

Инженерная школа информационных технологий и робототехники (ИШИТР)
 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
 Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
АЛГОРИТМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕЙ И МЕТОДОВ ДЕКОНВОЛЮЦИИ

УДК 004.932.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Карымов Ренат Раифович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегуров Александр Иванович	К.Т.Н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т. Г.	к.э.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»	Шевелев Геннадий Ефимович	к.ф. – м.н. доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата)

Шевелев Г.Е

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Б71	Карымову Ренату Раифовичу

Тема работы:

Алгоритмы повышения качества изображений на основе нейросетей и методов деконволюции	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 32-4/с от 01.02.2021
Срок сдачи студентом выполненной работы:	

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Тестовые изображения видео и фотоснимков Математическая модель реальных изображений Методы деконволюции, описанные в литературных источниках Рекомендуемые метрики для оценки алгоритмов
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Формирование выборки для обучения нейронной сети. Реализация алгоритмов повышения качества изображений, основанных на методах деконволюции. Реализация алгоритмов повышения качества изображений на основе нейросетей. Выбор метрик для оценки качества результатов работы полученных моделей. Оптимизация параметров полученных моделей для увеличения эффективности. Проведение сравнительного анализа для выявления лидирующего метода.
Перечень графического материала	1. Тестовые изображения 2. Восстановленные изображения 3. Структурные схемы алгоритмов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубченко Татьяна Григорьевна, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна, ассистент

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Кочегуров Александр Иванович	к. т. н., доцент.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Карымов Ренат Раифович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Б71	Карымову Ренату Раифовичу

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Тема ВКР:

Алгоритмы повышения качества изображений на основе нейросетей и методов деконволюции	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: методы обработки изображений. Область применения: цифровые технологии
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	-ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя» [5]; - ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Общие требования безопасности»; -ГОСТ 12.2.061-81 «Система стандартов безопасности труда. Общие требования безопасности к рабочим местам» [4];
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Опасные и вредные факторы: - Статические физические перегрузки; - Нервно-психические перегрузки; - Перегрузка зрительного аппарата; - Недостаточная освещенность рабочей зоны; -Повышенный уровень электромагнитных излучений - Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; -Повышенный уровень статического электричества.
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на литосферу: неправильная утилизация использованной оргтехники, бумаги, канцелярии, люминесцентных ламп и т.д. Влияние на гидросферу: загрязнение источников воды свалками и

	химическими захоронениями оргтехники.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Техногенные ЧС: -возникновение пожара; -поражение электрическим током. Природные ЧС: -землетрясение; -природные пожары. Биолого-социальные ЧС: -эпидемии; -терроризм; -войны. Наиболее возможные ЧС: -возгорание.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.02.2021
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Карымов Ренат Раифович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Б71	Карымову Ренату Раифовичу

Школа	Инженерная школа энергетики	Отделение школы (НОЦ)	ОИТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов технического проекта (ТП): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Примерный бюджет проекта – 300000руб. В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30% Минимальный размер оплаты труда (на 01.01.2021) 12792 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета технического проекта	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на моделирование
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта	Описание потенциального эффекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Календарный план-график ТП
4. Бюджет затрат ТП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.03.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Канд. экон. наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Б71	Карымов Ренат Раифович		

**Планируемые результаты обучения по направлению
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»**

Код результата	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие математические и профессиональные знания для решения задач научно-исследовательской, проектной, производственной и технологической деятельности в области системного и прикладного программирования.
P2	Умение использовать знания по естественнонаучным дисциплинам при определении задач математического моделирования объектов и явлений в различных предметных областях
P3	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P4	Выполнять инновационные проекты с применением глубоких профессиональных знаний и эффективных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества в условиях экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P5	Демонстрировать знание о формах организации образовательной и научной деятельности в высших учебных заведениях, иметь навыки преподавательской работы.

P6	Способность осуществлять организационно-управленческую и социально-ориентированную деятельность с соблюдением профессиональной этики
Универсальные компетенции	
P7	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, включая разработку документации и представление результатов инновационной деятельности. Толерантность в восприятии социальных и культурных различий.
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P9	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. Способность к интеллектуальному, культурному, нравственному и профессиональному саморазвитию.

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на: 78 листах машинописного текста, содержит 26 рисунков, 22 таблицы, 19 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: нейронные сети, деконволюция, фильтр Винера, регуляризация по Тихонову, метод Люси-Ричардсона.

Объектом исследования алгоритмы повышения качества изображений на основе нейросетей и методов деконволюции

Цель работы: исследование и реализация алгоритмов повышения качества изображений на основе нейросетевых подходов, а также методов деконволюции.

В ходе выполнения работы проведены исследования алгоритмов повышения качества изображений. Построены модели на основе методов деконволюции и нейросетей, произведена оптимизация их параметров. В результате исследования прове

Область применения: индустрия и разделы науки связанные с цифровыми оптическими приборами, такие как: микроскопия, астрономия, оптическое приборостроение.

Оглавление

Введение	12
1. Задачи повышения качества изображения на видео и фотоснимках, и методы их решения.....	14
1.1. Задачи, возникающие при анализе изображений видео и фотоснимков	14
1.2. Анализ существующих методов	17
1.3. Постановка задачи	18
2. Разработка алгоритмов и программного обеспечения для реализации методов деконволюции.	19
2.1. Математический аппарат, используемый при деконволюции	19
2.2. Алгоритм фильтра Винера	20
2.3. Алгоритм регуляризации по Тихонову	21
2.4. Алгоритм Люси-Ричардсона	22
2.5. Программная реализация разработанных алгоритмов	23
3. Исследование эффективности разработанных алгоритмов на моделях тестовых изображений	25
3.1. Формирование тестовых изображений.....	25
3.2. Анализ результатов обработки изображений.....	26
4. Алгоритмы повышения качества изображений на основе нейросетей	29
4.1. Нейронные сети	29
4.1.1. Нейрон	29
4.1.2. Активационная функция	30
4.1.3. Функция ошибок.....	31
4.1.4. Свёрточные нейронные сети.....	32
4.1.5. Автокодировщик.....	33
4.1.6. Построение математической модели нейронной сети.....	34
4.2. Построение нейронной сети и подбор гиперпараметров	36
4.3. Проведение вычислительного эксперимента	37
4.4. Сравнение полученных результатов.....	38
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
6. Социальная ответственность	57

Заключение	69
Список источников	70
Приложение А	73
Приложение Б.....	76

Введение

С момента создания первого фотоаппарата до наших дней прошло уже почти 200 лет. Вероятно, изобретатели даже представить не могли, сколь широчайшее применение будет у современных аналогов спустя два века. Передача информации посредством фото- или видеоданных слишком плотно укоренилась в нашей жизни и имеет как развлекательные цели, по типу ведения социальных сетей и общения в интернете, так и научные, к примеру: съемка Земли и других космических тел со спутников, запись поведения различных микроскопических тел и прочее.

Несмотря на то, что с момента изобретения первого фотоаппарата был произведён большой прорыв в разрешении и скорости создания готовых изображений, всё ещё остаются актуальными задачи повышения их качества, а также удаления различной зашумленности и искажений.

Для решения данной проблемы существует разработанный математический аппарат деконволюции, а также различные методы и алгоритмы, которые основываются на ней, повышая эффективность работы и расширяя спектр решаемых задач.

С другой стороны, в последние годы ведётся активное усовершенствование нейросетевых моделей, которые демонстрируют свою универсальность, а также высокую эффективность, решая ряд задач в том числе в области обработки изображений.

Таким образом, целью работы является исследование и реализация алгоритмов повышения качества изображений на основе нейросетевых подходов, а также методов деконволюции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Формирование выборки для обучения нейронной сети.
2. Реализация алгоритмов повышения качества изображений, основанных на методах деконволюции.
3. Реализация алгоритмов повышения качества изображений на основе нейросетей.

4. Выбор метрик для оценки качества результатов работы полученных моделей.
5. Оптимизация параметров полученных моделей для увеличения эффективности.
6. Проведение сравнительного анализа для выявления лидирующего метода.

1. Задачи повышения качества изображения на видео и фотоснимках, и методы их решения

1.1. Задачи, возникающие при анализе изображений видео и фотоснимков

В современном мире, широкое применение и распространения получили различные оптические приборы. Почти каждый человек обладает каким-либо из них, будь то камера в смартфоне или телескоп.

В основе как камер, так и устройств по типу телескопа и микроскопа лежит сложная система зеркал и линз, благодаря которым данному прибору удаётся решать задачи, которые перед ним ставятся. Так на рисунке 1 представлена симуляция движения лучей в черенковском телескопе, в то время, как на рисунке 2 приведено внутреннее строение цифровой камеры.

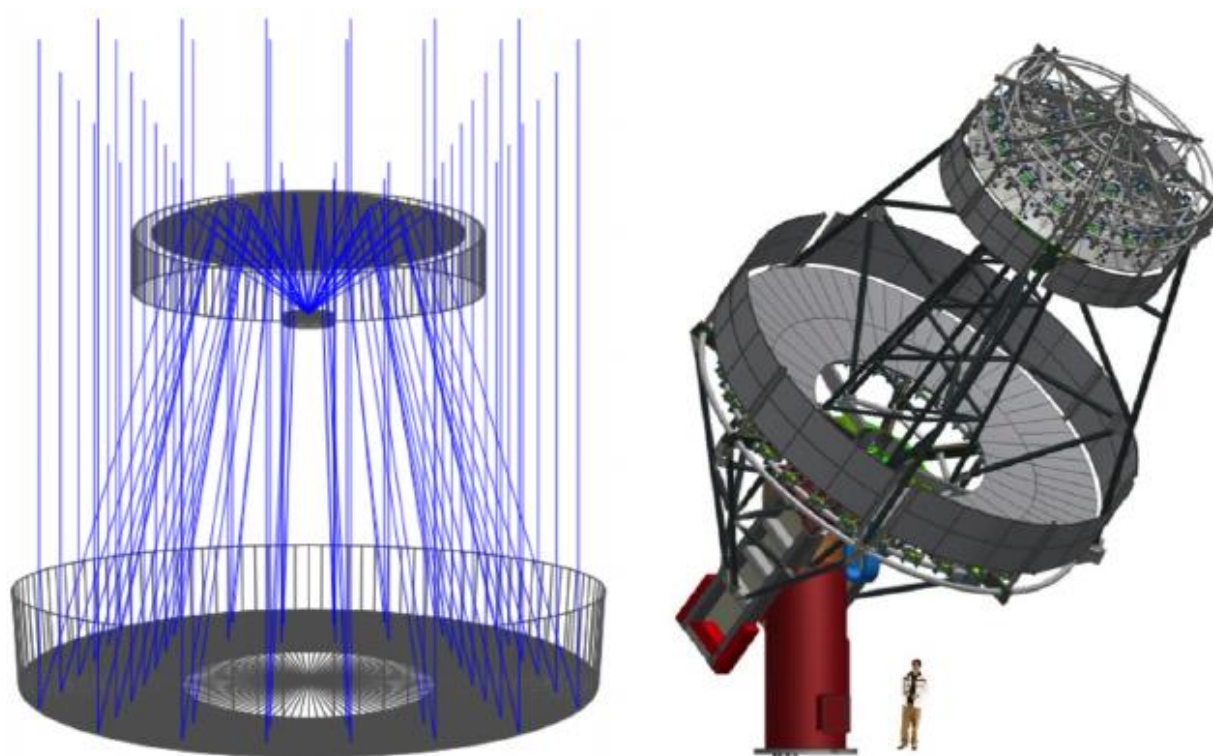


Рисунок 1. Траектория лучей в телескопе

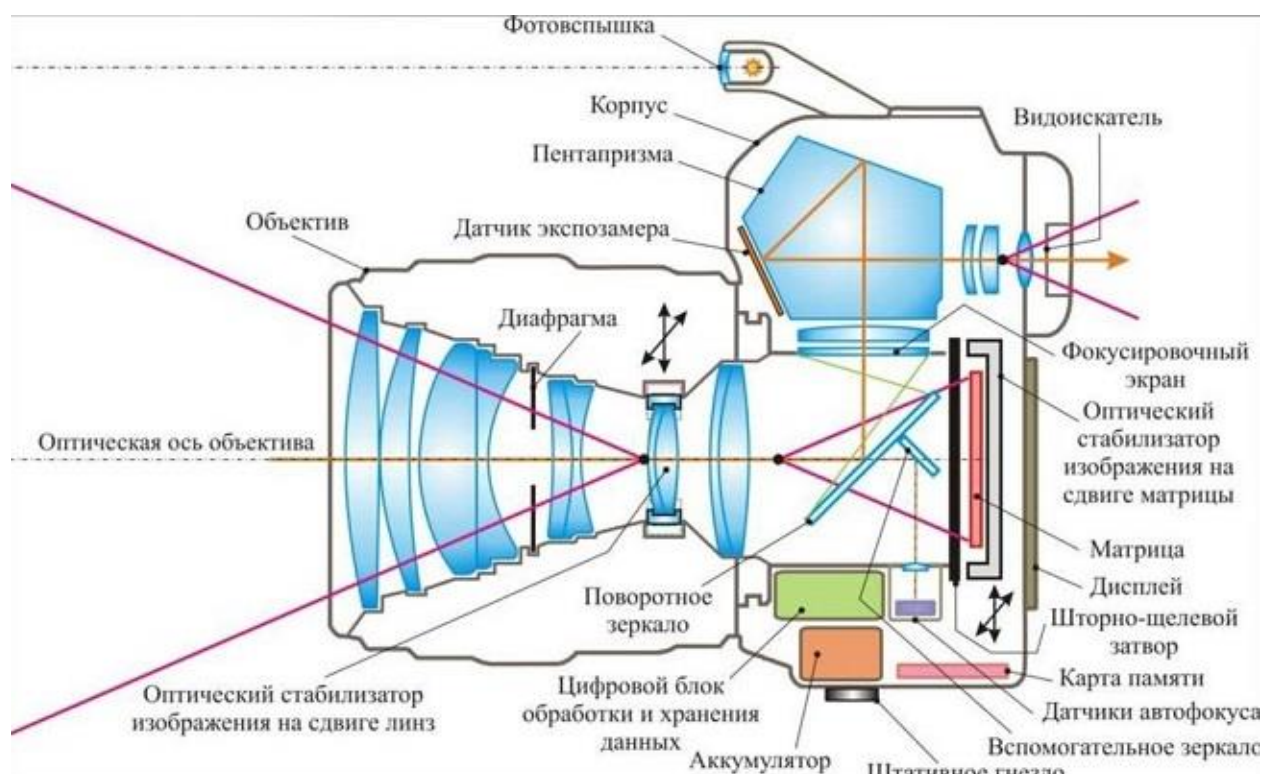


Рисунок 2. Внутреннее строение цифровой камеры

Однако на практике, несмотря на наличие различных стабилизаторов и фильтров, луч света как вне используемого прибора, так и по ходу прохождения подобной системы линз и зеркал подвергается различным искажающим воздействиям: дифракция, интерференция, зашумление, вследствие чего качество наблюдаемого изображения понижается.

На рисунках 3-6 представлены изображения объектов до применения каких-либо алгоритмов повышения качества (слева) и после (справа).

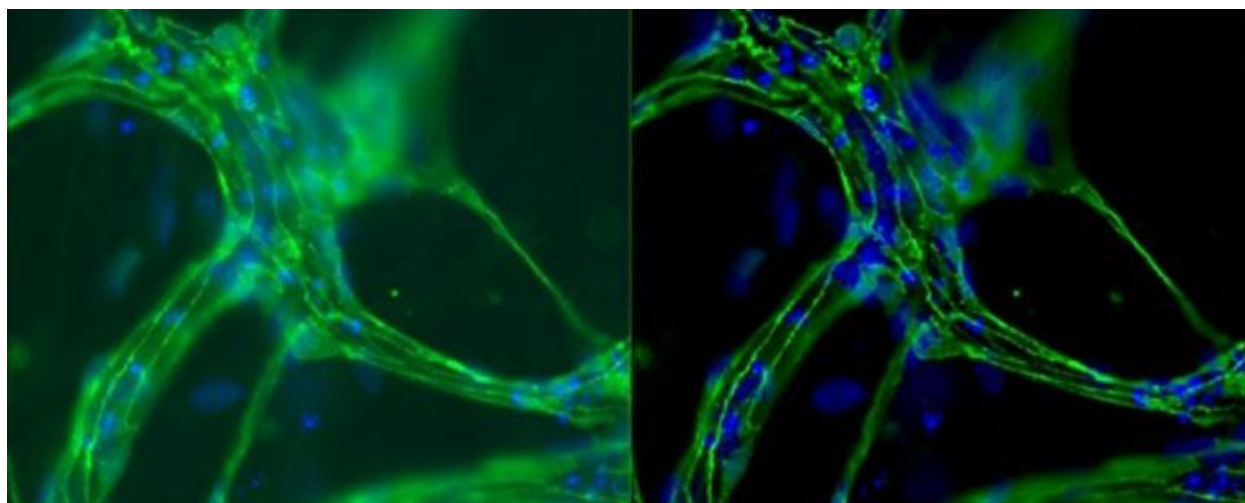


Рисунок 3. Изображение клетки до и после деконволюции

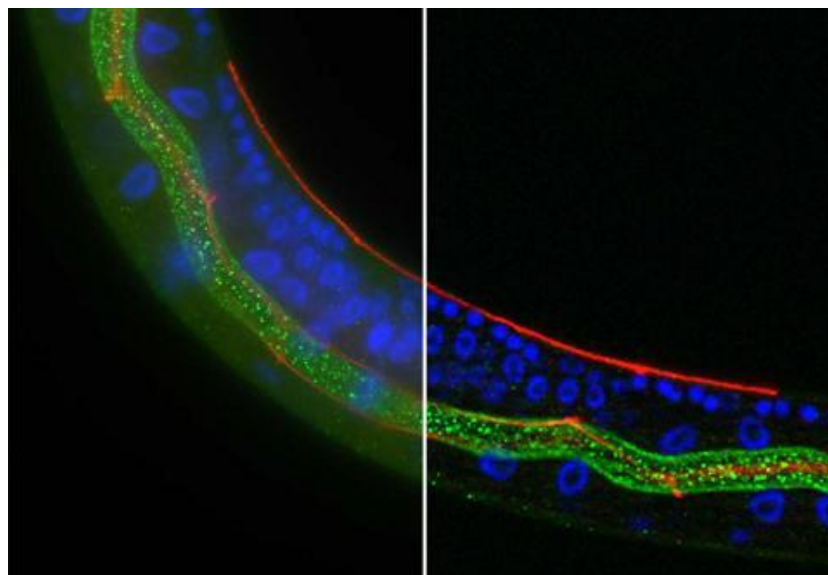


Рисунок 4.Изображение до и после применения деконволюции

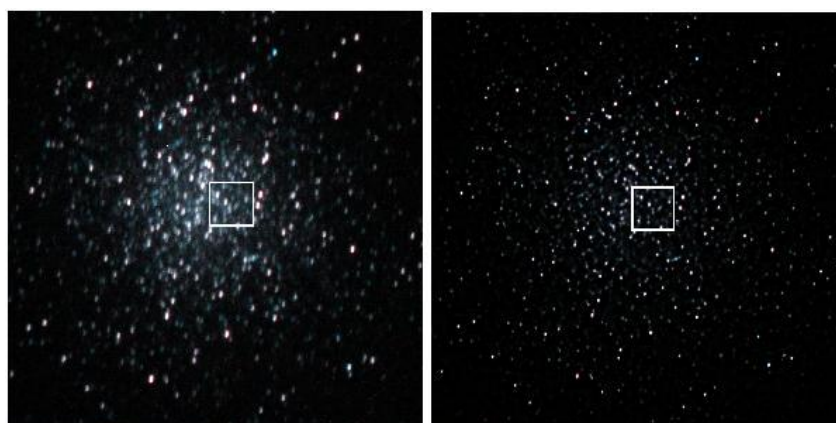


Рисунок 5. Изображение до и после применения деконволюции

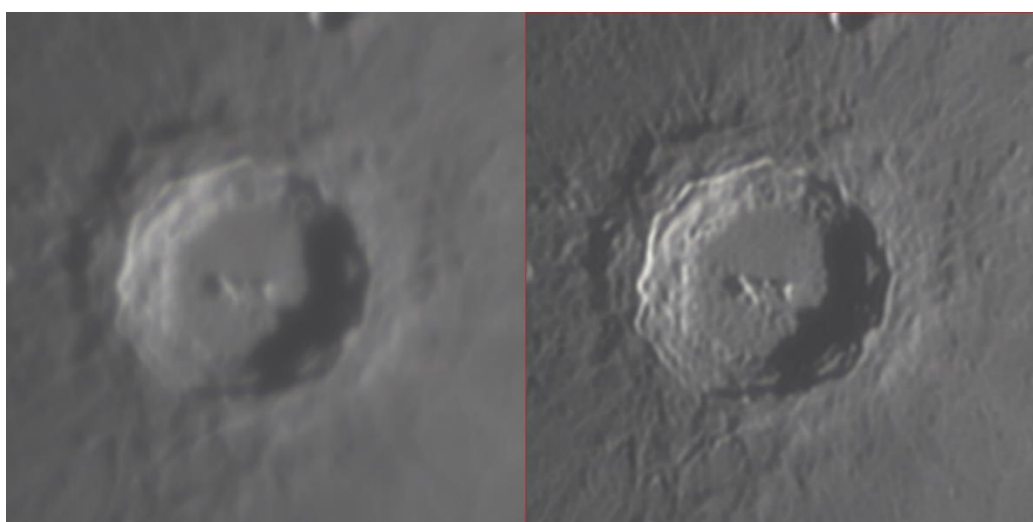


Рисунок 6. Изображение до и после применения деконволюции

При съёмке на камеру также может возникнуть эффект смазывания по причине дрожания камеры, а также движения объекта съёмки. На рисунке 7 продемонстрировано данное явление (слева) и результат повышения качества изображения (справа)



Рисунок 7. Изображение до и после применения деконволюции

1.2. Анализ существующих методов

Ввиду актуальности проблемы, в настоящее время существует множество алгоритмов повышения качества изображения. Одним из наиболее популярных является метод Люси-Ричардсона. Однако, данный алгоритм является итеративным и включает 2 поэлементных умножения и 2 оператора свёртки двух матриц, ввиду чего процесс восстановления больших изображений может затянуться на многие часы и даже сутки.

Фильтр Винера является также достаточно известным, так как является одним из первых алгоритмов восстановления изображения при наличии зашумленности, а также достаточно прост в применении.

Наравне с этим, в последние годы набирают всё большую популярность нейросетевые модели, постоянно улучшаются и демонстрируют свою универсальность, а также высокую эффективность, решая ряд задач в том числе в области обработки изображений.

Однако, несмотря на обилие подходов в данной области, проблемы повышения качества изображений остаются актуальными по сей день, а потому методы решения поставленных задач всё ещё нуждаются в доработках.

1.3. Постановка задачи

Допустим, имеется некоторое изображение h , представляющее собой аддитивную сумму свертки исходного неизвестного изображения f с известным искажающим воздействием g и случайной шумовой составляющей ε :

$$h = f \otimes g + \varepsilon \quad (1)$$

Необходимо восстановить исходный сигнал f , если известны h и g .

2. Разработка алгоритмов и программного обеспечения для реализации методов деконволюции.

2.1. Математический аппарат, используемый при деконволюции

Допустим, имеется задача (1) с тем лишь отличием, что шумовая составляющая ϵ отсутствует.

$$h = f \otimes g \quad (2)$$

Необходимо восстановить исходный сигнал f , если известны h и g .

Введём формулы вычисления прямого и обратного дискретного преобразования Фурье (ДПФ). В первом случае для исходного временного ряда вычисляется соответствующий фурье-образ, лежащий в частотной области.

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * e^{-\frac{2\pi i}{N}kn} \quad (3)$$

Аналогично, обратное преобразование Фурье переводит сигнал из частотной области во временную.

$$x_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k * e^{\frac{2\pi i}{N}kn} \quad (4)$$

Далее будем обозначать заглавными буквами фурье-образы сигналов.

Одним из свойств дискретного преобразования Фурье является то, что при переходе в частотную область свёртка сигналов заменяется произведением.

Таким образом, применяя (3) к (2), получим выражение следующего вида:

$$H = F * G$$

Разделив левую и правую части на G , получим фурье-образ исходного сигнала.

$$F = \frac{H}{G}$$

Теперь, выполнив обратное ДПФ (4), получим исходный сигнал.

Однако, повторив аналогичные преобразования с исходной задачей (1), можно убедиться, что деконволюция в чистом виде не позволяет восстановить исходное изображение.

$$H = F * G + E$$

$$\frac{H}{G} = F + \frac{E}{G} \quad (5)$$

Более того, даже при малых значениях шумовой составляющей пренебречь вторым слагаемым в правой части (5) не получается, так как сигналы в частотной области зачастую имеют интервалы со значениями близкими к нулевым, таким образом второе слагаемое в правой части выражения (5) начнёт вносить слишком большой вклад в итоговое выражение.



Рисунок 8. Применение деконволюции в чистом виде к изображению с шумом 0.01%

Рассмотрим несколько подходов, применяемых для формирования оценки исходного сигнала \hat{f} .

2.2. Алгоритм фильтра Винера

Данный метод основан на рассмотрении исходного сигнала и шумовой составляющей, как случайных переменных. Задача ставится следующим образом: найти такую оценку \hat{f} для исходного сигнала f , чтобы средний квадрат отклонения этих величин друг от друга был минимальным.

Для решения данной задачи справедливо следующее соотношение.

$$R = \frac{1}{G} \frac{|G|^2}{|G|^2 + \frac{S_\varepsilon}{S_f}} \quad (6)$$

где S_ε/S_f – отношение амплитудных спектров шумовой составляющей и исходного сигнала. Так как данная величина при постановке задачи (4) не

может быть вычислена, на практике заменяется некоторой константой, подбираемой вручную.

Умножая (6) на H , получим фурье-образ оценки исходного сигнала.

$$\hat{F} = R * H$$

Алгоритм восстановления изображения с использованием фильтра Винера представлен на рисунке 9.

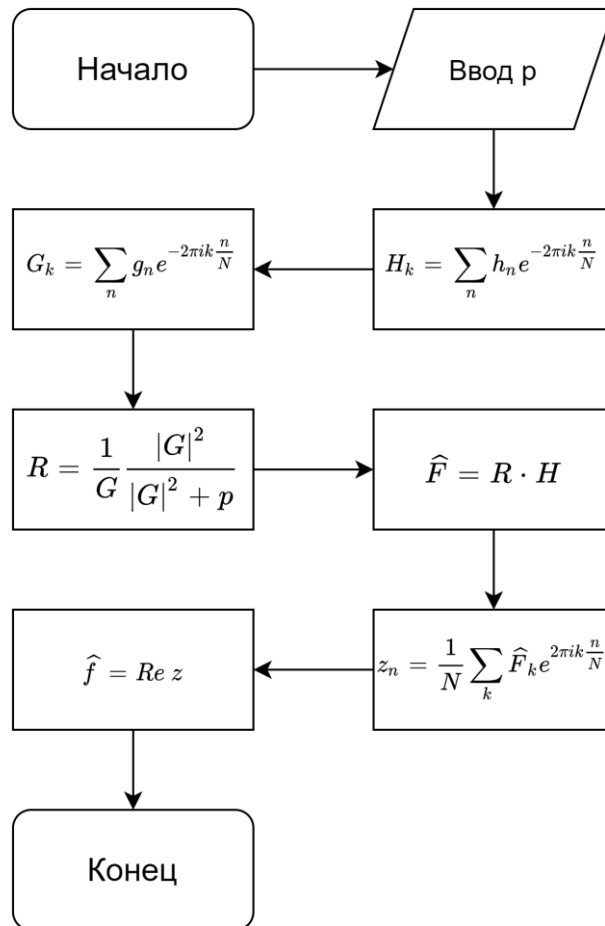


Рисунок 9. Алгоритм фильтра Винера

2.3. Алгоритм регуляризации по Тихонову

Следующим подходом является регуляризация по Тихонову, которая накладывает ограничения на решение и заменяет исходную задачу на задачу нахождения минимума некоторого сглаживающего функционала, например лапласиана.

$$\hat{f} = \underset{f}{\operatorname{argmin}} (\|g \otimes f - h\| + \|pf\|_2^2) \quad (7)$$

Решением (7) является выражение следующего вида.

$$\hat{F} = \frac{G^*}{|G|^2 + \gamma|P|^2} H \quad (8)$$

где P – фурье-образ оператора Лапласа, γ – параметр регуляризации, который подбирается вручную.

Алгоритм восстановления изображения с использованием регуляризации по Тихонову представлен на рисунке 10.

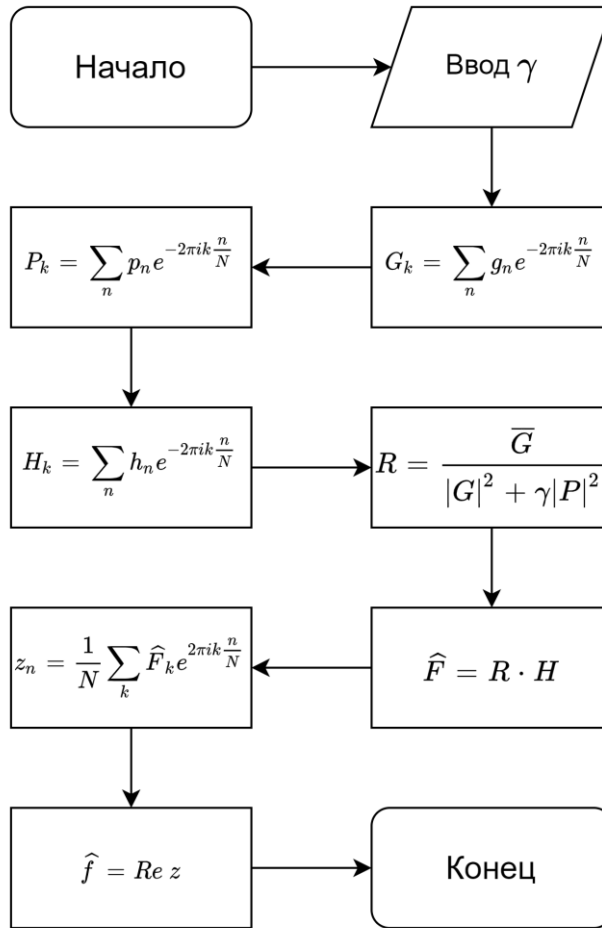


Рисунок 10. Алгоритм регуляризации по Тихонову

2.4. Алгоритм Люси-Ричардсона

Особенность метода Люси-Ричардсона, отличающая его от предыдущих алгоритмов то, что он является итеративным. Данный метод реализует решение максимального правдоподобия. Формула, для формирования оценки исходного сигнала на шаге $t+1$ соответствует следующему выражению.

$$\hat{f}^{t+1} = \hat{f}^t * \left(\frac{h}{\hat{f}^t \otimes g} \otimes g^- \right) \quad (9)$$

где g^- является перевёрнутой версией исходного искажающего воздействия g

$$g_i^- = g_{N-i} \quad i = \overline{1, N}$$

Число итераций подбирается как вручную, так и на основании каких-либо эмпирических критериев останова.

Алгоритм одной итерации метода Люси-Ричардсона представлен на рисунке 11.

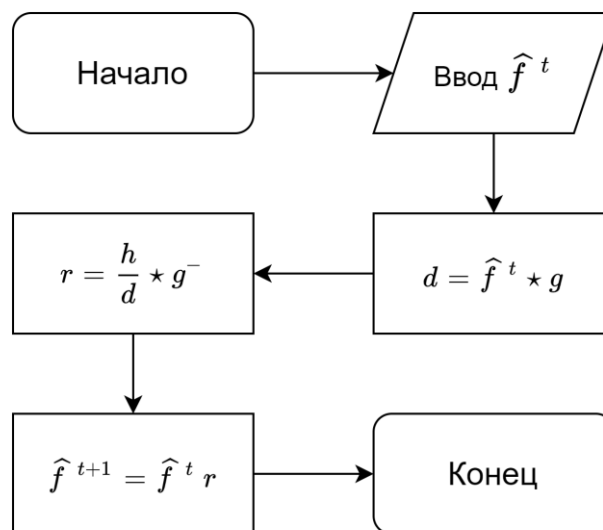


Рисунок 11. Алгоритм одной итерации метода Люси-Ричардсона

2.5. Программная реализация разработанных алгоритмов

Из выражений (6), (8), (9) видно, что каждому методу деконволюции требуется параметр, который не определяется при постановке исходной задачи. На практике, не существует какого-то конкретного оптимального значения параметра позволяющего одинаково эффективно повышать качество всех поступающих на вход изображений. Таким образом, встаёт вопрос подбора оптимальных параметров для каждой конкретной задачи.

Наиболее простым алгоритмом в данном плане является метод Люси-Ричардсона, у которого в качестве неизвестной переменной выступает количество итераций, а потому имеет лишь дискретные значения. Также, нельзя вычислить результат на n -ой итерации, не вычислив предыдущие $(n-1)$ итераций, следовательно, единственным алгоритмом является

последовательное вычисление оценки изображения на каждом шаге до тех пор, пока не будет достигнут критерий останова.

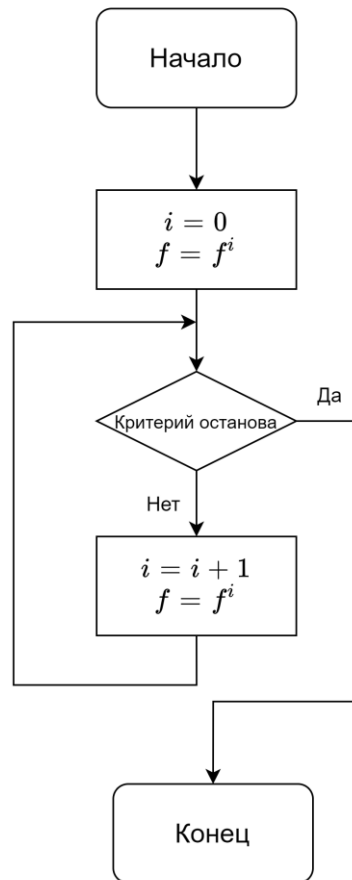


Рисунок 12. Структурная схема алгоритма Люси-Ричардсона

С другой стороны, фильтр Винера и тихоновская регуляризация имеют между собой схожую структуру, а также являются неитеративными методами. Таким образом, для оценки требуемых параметров было реализовано 2 метода:

- равномерный поиск;

$$s = \frac{b - a}{n}$$

$$k = \underset{i}{\operatorname{argmin}} f_{i*s} \quad i \in \overline{1, n}$$

$$a = k - 1$$

$$b = k + 1$$

- метод дихотомии.

$$c = \frac{a + b}{2}$$

$$a = c \quad f_c > f_{c+\varepsilon}$$

$$b = c \quad f_c \leq f_{c+\varepsilon}$$

3. Исследование эффективности разработанных алгоритмов на моделях тестовых изображений

3.1. Формирование тестовых изображений

Для обучения нейронной сети использовались изображения размером 150x150 из набора данных Intel Image Classification, содержащего фотографии лесов, ледников, гор, морей, улиц.

Из исходного набора была сформирована подвыборка, состоящая из 1000 случайных изображений, у которых вырезалась центральная часть размером 128x128 и подвергалась искажению, то есть была свёрнута с диагональной и гауссовой матрицами.

На рисунке 13 представлены исходные неискаженные и незашумленные изображения. На рисунках 14 и 15 представлены диагональная и гауссова матрицы искажения или ядра свёртки. Рисунки 16 и 17 соответствуют зашумленным искаженным изображениям.



Рисунок 13. Исходные изображения

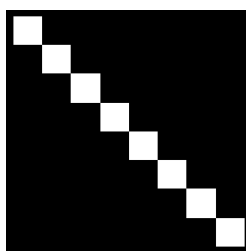


Рисунок 14. Диагональная матрица

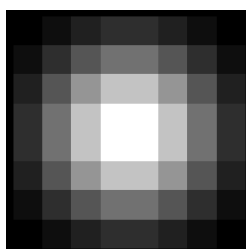


Рисунок 15. Гауссова матрица

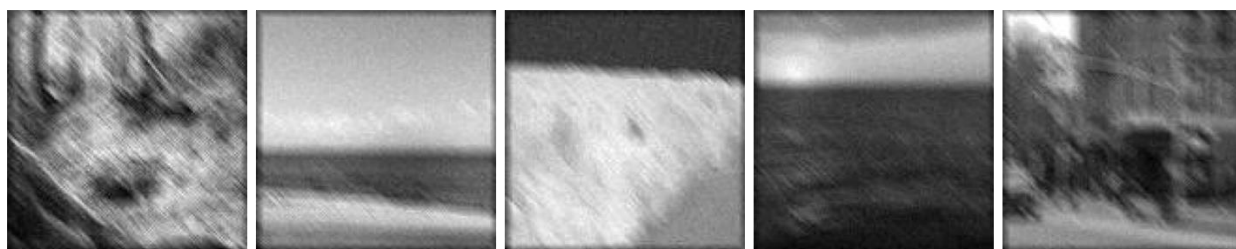


Рисунок 16. Изображения размытые диагональной матрицей

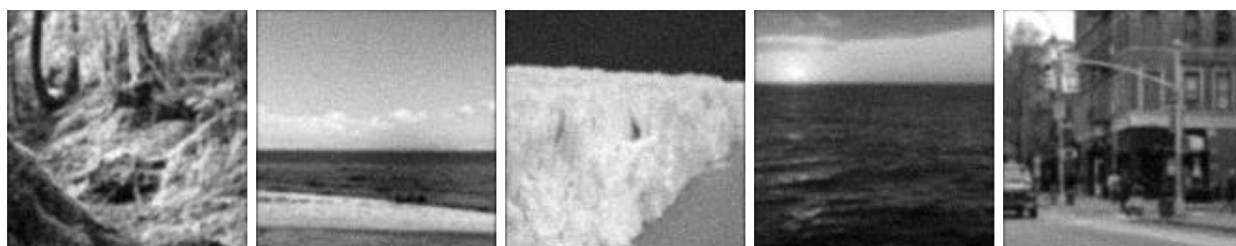


Рисунок 17. Изображения размытые гауссовой матрицей

3.2. Анализ результатов обработки изображений.

Для итогового сравнения представленных методов деконволюции были выбраны 50 тестовых изображений размером 128x128. Так как разным метрикам соответствуют разные оптимальные параметры, изображения восстанавливались с использованием каждой метрики для каждого метода, после чего также вычислялись значения метрик сходства для каждого восстановленного изображения и соответствующего оригинального.

В результате проведения данного вычислительного эксперимента над сконструированными изображениями, были получены данные представленные в таблицах 1-3 для изображений с гауссовым размытием, в таблицах 4-6 для изображений с диагональным размытием. Соответствующие оригинальные, искаженные и восстановленные изображения представлены в приложениях А и Б.

Название таблицы соответствует применяемому методу деконволюции. Название столбца соответствует метрике оценки оптимального параметра для данного метода. Название строки – метрика, применяемая для оценки эффективности применяемого метода при данном значении параметра.

Очевидно, что значения метрики находящиеся на диагонали будут минимальными в строке, так как минимизировались именно они.

Выделялись (зелёным – минимальные, красным – максимальные) цветом:

- фона минимальные (максимальные) в каждой строке (исключая значения на главной диагонали) для трёх таблиц;
- шрифта минимальные (максимальные) в каждой строке (на главной диагонали) для трёх таблиц.

Таблица 1. Алгоритм Люси-Ричардсона, гауссово размытие

Метрики оценки	Метрики оценки параметра			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
MAE	0.0834	0.0836	0.0876	0.1035
MSE	0.0122	0.0121	0.0153	0.0234
SSIM	0.1823	0.1829	0.1606	0.2163
Гистограммы	0.5735	0.5795	0.5349	0.4558

Таблица 2. Фильтр Винера, гауссово размытие

Метрики оценки	Оценка параметра с использованием			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
MAE	0.1046	0.1068	0.1220	0.1178
MSE	0.0264	0.0259	0.0285	0.0341
SSIM	0.3728	0.3690	0.3647	0.3906
Гистограммы	0.4471	0.5315	0.7146	0.3366

Таблица 3. Регуляризация по Тихонову, гауссово размытие

Метрики оценки	Оценка параметра с использованием			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
MAE	0.1063	0.1066	0.1073	0.1406
MSE	0.0217	0.0216	0.0225	0.0417
SSIM	0.3233	0.3273	0.3173	0.4296
Гистограммы	0.6422	0.6554	0.6212	0.4544

Таблица 4. Алгоритм Люси-Ричардсона, диагональное искажение

Метрики оценки	Оценка параметра с использованием			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
MAE	0.1041	0.1042	0.1137	0.1391
MSE	0.0199	0.0198	0.0264	0.0437
SSIM	0.2938	0.2959	0.2757	0.3081
Гистограммы	0.6253	0.6337	0.5596	0.4777

Таблица 5. Фильтр Винера, диагональное искажение

Метрики оценки	Оценка параметра с использованием			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
MAE	0.1103	0.1110	0.1223	0.1328
MSE	0.0261	0.0260	0.0279	0.0376
SSIM	0.3667	0.3632	0.3575	0.4018
Гистограммы	0.5068	0.5416	0.6822	0.3787

Таблица 6. Регуляризация по Тихонову, диагональное искажение

Метрики оценки	Оценка параметра с использованием			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
MAE	0.1144	0.1147	0.1178	0.1480
MSE	0.0249	0.0248	0.0267	0.0425
SSIM	0.3562	0.3594	0.3453	0.4186
Гистограммы	0.6494	0.6648	0.6023	0.4713

Исходя из полученных значений метрик сходства можно сделать несколько выводов

- наиболее эффективным алгоритмом восстановления изображений из представленных, в соответствии с метриками MSE, MAE и SSIM, является метод Люси-Ричардсона, однако демонстрирует низкую точность при использовании метрики сходства гистограмм распределения;
- регуляризация по Тихонову в среднем хуже всех справляется с задачей восстановления изображений;
- фильтр Винера демонстрирует высокие показатели при использовании в качестве метрики сходство гистограмм распределений.

4. Алгоритмы повышения качества изображений на основе нейросетей

4.1. Нейронные сети

4.1.1. Нейрон

Основополагающим элементом всех нейронных сетей являются нейроны, которые делятся на входные, выходные, скрытые. Первые используются для передачи данных на вход нейронной сети, вторые отражают результат её работы. Скрытый же нейрон схематически может быть представлен следующим образом:

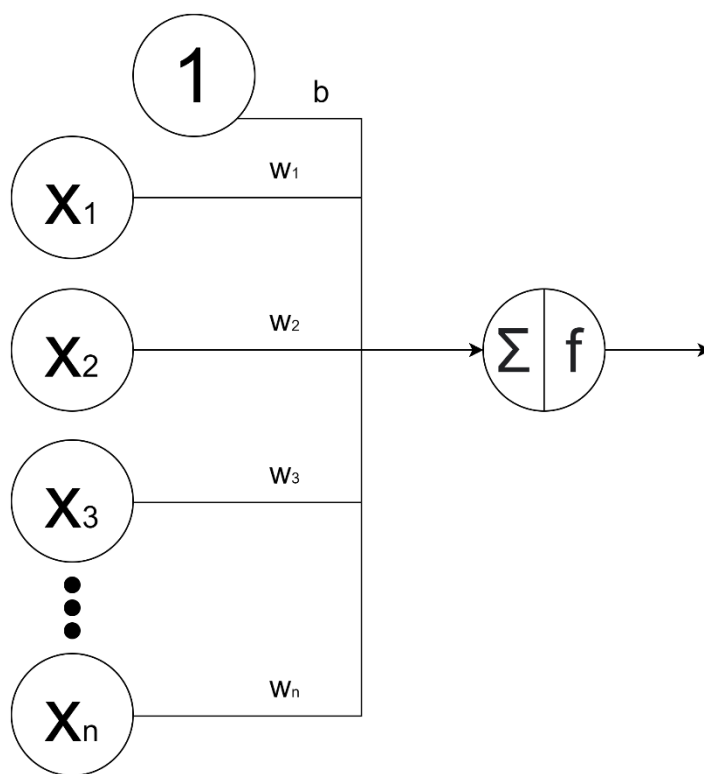


Рисунок 18. Схематическое представление нейрона

Как видно из данного рисунка, на вход нейрону поступает взвешенная сумма выходных значений нейронов предыдущего слоя. Выходом же данного нейрона является значение активационной функции f от входного значения.

Таким образом выходное значение нейрона может быть вычислено следующим образом.

$$g = f\left(b + \sum_{i=1}^n w_i * x_i\right) \quad (8)$$

Где b – вес нейрона смещения, отвечающего за свободный член в данном выражении, w_i – вес i -го нейрона предыдущего слоя, имеющего выходное значение x_i , f – активационная функция данного нейрона.

Нейроны группируются в соответствующие слои: входные, выходные и скрытые. На рисунке 16 представлены простейший вид нейронной сети – многослойный перцептрон с m скрытыми слоями содержащими по n нейронов.

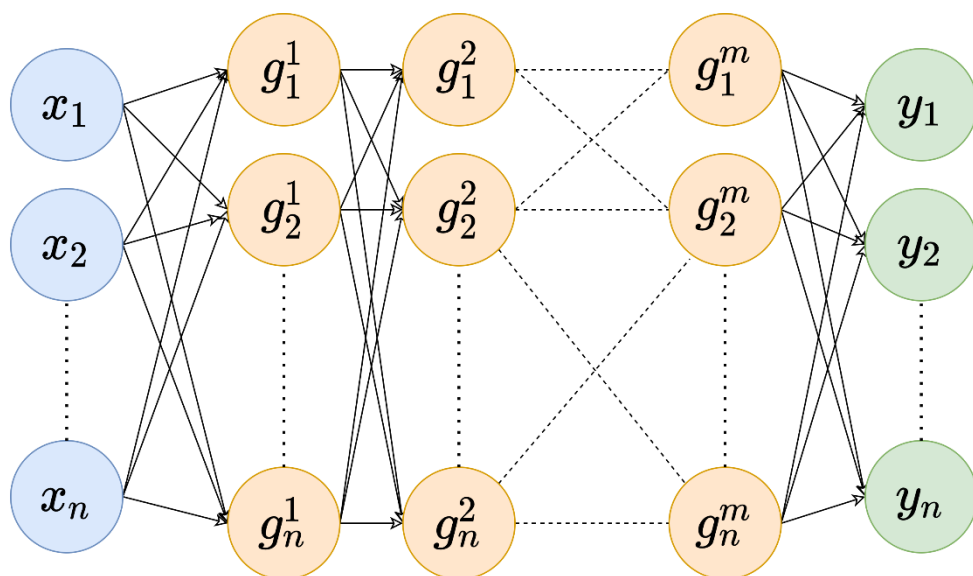


Рисунок 19. Схематическое представление нейронной сети

В общем случае размерность каждого скрытого слоя может быть задана произвольно. В то время, как количество входных и выходных нейронов диктуются задачей.

Предварительно нейронной сети подаются входные значения, далее результат работы сети формируется по ходу продвижения сигнала слева направо, вычисляя выходные значения для каждого нейрона скрытых и выходного слоёв по аналогии с выражением (8).

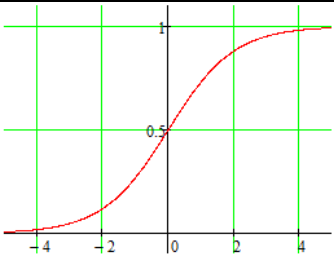
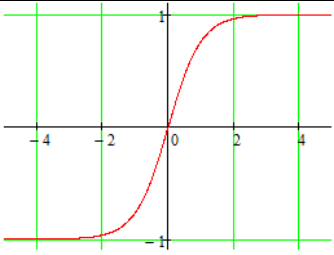
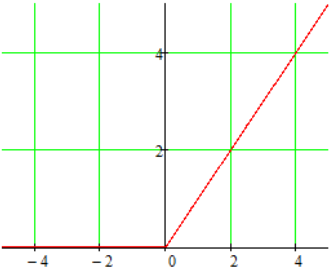
4.1.2. Активационная функция

Активационная функция – некоторая функция, которая преобразует входное значение нейрона в выходное. Необходима для добавления в решение нейронной сети нелинейности. В случае, если активационная функция будет отсутствовать или, иначе говоря, будет представлять собой тождественное отображение, выходные значения нейронной сети будут сводиться к линейной рекомбинации её входных данных. В этом случае добавление скрытых слоёв

будет избыточным и не приведёт к какому-либо изменению эффективности работы сети.

Существует ряд типовых активационных функций, которые наиболее часто можно встретить в работах по нейронным сетям. Некоторые из них приведены в таблице 1

Таблица 7. Типовые активационные функции

Название функции	График	Формула
Sigmoid		$y(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$
Tanh		$y(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$
ReLU		$y(x) = \max(x, 0)$

4.1.3. Функция ошибок

После получения результата нейросетевой модели возникает задача сравнения прогнозируемых значений с имеющимися ожидаемыми с целью последующей корректировки весов, то есть обучения модели. Для этого необходимо выбрать функцию ошибок, которая и будет определять близость этих двух величин.

По аналогии с активационными функциями существуют наиболее популярные функции ошибок. Тем не менее их можно условно разделить на функции для задач регрессии и классификации. Так, например, для регрессии

можно использовать среднеквадратическую и среднюю абсолютную ошибку, для классификации – категориальную перекрёстную энтропию.

Если обозначить используемую метрику как L , а нейронную сеть представить, как функцию N от входных значений и весов, то среднеквадратическая ошибка будет записываться следующим образом:

$$L(x, y, w) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (N(x_i, w) - y_i)^2$$

4.1.4. Свёрточные нейронные сети

Наравне с многослойным перцептроном существуют и другие архитектуры нейронных сетей, специализирующиеся на своих областях. Одной из таких архитектур являются свёрточные нейронные сети, которые схематично могут быть представлены следующим образом:

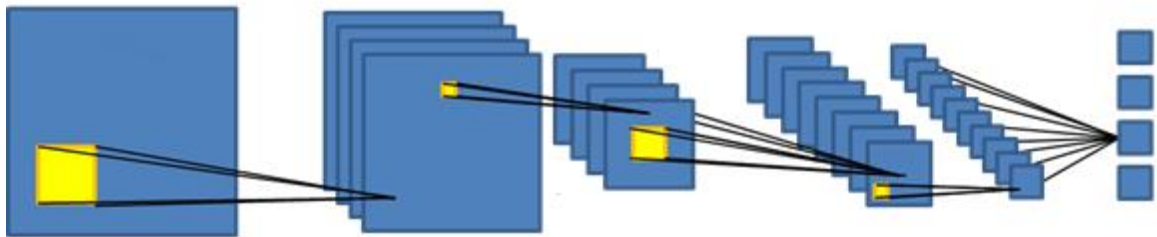


Рисунок 20. Схематичное представление свёрточных нейронных сетей

На практике, свёрточные нейронные сети оперируют двумя видами слоёв: свёрточными и пулинговыми, расставляющимися поочерёдно.

Первые необходимы для построения карты признаков входного изображения, в то время, как цель вторых — понизить размерность данных карт признаков.

Свёрточный слой представляет собой обычную свёртку карт признаков предыдущего слоя с некоторым фильтром, представляющим собой небольшую матрицу, значения которой подбираются в ходе обучения НС.

Пулинговый слой также проходит окном по картам признаков предыдущего слоя, выбирая максимальное значение в окне и уменьшая размер

в назначенное количество раз, что достигается путём определения интервала сдвига окна. Схематичное представление работы пулингового слоя представлено на рисунке 21.

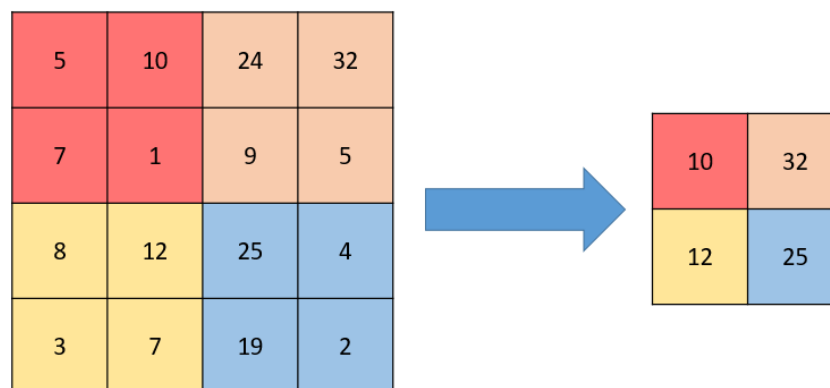


Рисунок 21. Схематичное представление работы пулингового слоя

4.1.5. Автокодировщик

Автокодировщик (автоэнкодер) – особая архитектура нейронных сетей, позволяющая применять обучение без учителя при использовании метода обратного распространения ошибки. Простейшая архитектура автокодировщика – полносвязная сеть прямого распространения, напоминающая перцептрон с входным, промежуточным и выходным слоями, с тем лишь отличием, что в автоэнкодере размерность входных и выходных данных совпадает.

Данная особенность достигается тем, что автокодировщик стремится получить на выходном слое отклик наиболее близкий к входному (в случае решения задачи уменьшения размерности) или его неискаженному аналогу (в случае решения задачи увеличения качества изображения). В общем случае, на промежуточный слой автокодировщика накладывается одно или несколько следующих ограничений:

- Промежуточный слой создаётся с размерностью меньшей, чем входной и выходной;
- В промежуточном слое налагаются штрафы, на чрезмерно высокие значения весов – регуляризация;

- Искусственно ограничивается количество одновременно активных нейронов промежуточного слоя — прореживание.

Данная условность необходима, так как, в противном случае, будет иметь место переобучение – автоэнкодер может научиться выполнять задачу копирования, не извлекая никакой полезной информации о распределении данных.

Наличие одного или нескольких вышеупомянутых ограничений заставляет нейросеть искать обобщения и корреляцию в поступающих на вход данных, выполнять их сжатие.

Таким образом, нейросеть автоматически обучается выделять из входных данных общие признаки, которые кодируются в значениях весов искусственной нейронной сети.

Схематично автоэнкодер с уменьшением размерности может быть представлен следующим образом:

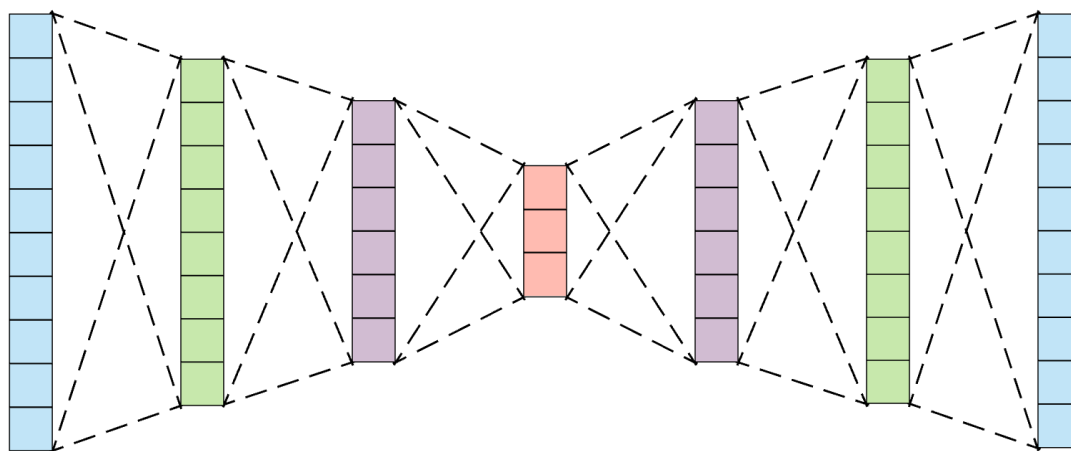


Рисунок 22. Схематичное представление автоэнкодера

4.1.6. Построение математической модели нейронной сети

В результате, алгоритм работы нейронной сети для повышения качества изображений выглядит следующим образом:

- 1) Инициализация случайных весов
- 2) Вычисление выходного значения нейронной сети

От нейронов скрытого слоя до нейронов выходного слоя, поочерёдно высчитывается выходное значение нейрона в соответствии со следующим выражением:

$$g = f\left(b + \sum_{i=1}^n w_i * x_i\right)$$

3) Вычисление ошибки

Используя выбранную функцию ошибок высчитывается численное отклонение выходного значения нейронной сети от ожидаемого:

$$L(x, y, w) = (N(x, w) - y)^2$$

4) Вычисление градиента ошибки по весам

Определяется градиент функции ошибок как функции от весов нейронной сети.

$$G_t = \nabla_w L(x, y, w)$$

5) Корректировка весов

На основании полученного градиента определяется значение изменения каждого веса:

$$\Delta w_t = -\eta_t * G_t$$

Однако, как показывает практика, применение первого момента при вычислении данной величины позволяет увеличить скорость сходимости сети, а также избежать застревания в локальном минимуме.

$$\Delta w_t = \gamma \Delta w_{t-1} - \eta_t * g_t$$

После чего веса корректируются.

$$w_{t+1} = w_t + \Delta w_t$$

6) Критерий останова.

Зачастую, в качестве главного критерия останова выступает количество эпох, которое задается перед началом обучения нейронной сети. Тем не менее, ранняя остановка обучения может быть осуществлена в случае, если нейронная сеть n эпох подряд не демонстрирует улучшение качества.

7) Возвращение в пункт 2.

4.2. Построение нейронной сети и подбор гиперпараметров

При построении энкодера поочерёдно устанавливались свёрточные и пулинговые слои, при этом количество фильтров в каждом последующем свёрточном слое увеличивалось в 2 раза, а размер изображения с каждым пулинговым уменьшался в 4 раза. Таким образом было выставлено 4 пары слоёв, количество фильтров изменялось с 64 до 512, а размер изображения со 128×128 до 16×16 . Далее устанавливался промежуточный свёрточный слой с количеством фильтров 512. Слои декодера устанавливались зеркально энкодеру, таким образом, чтобы итоговый размер изображения вновь стал 128×128 . Схематичное представление данной модели представлено на рисунке 23.

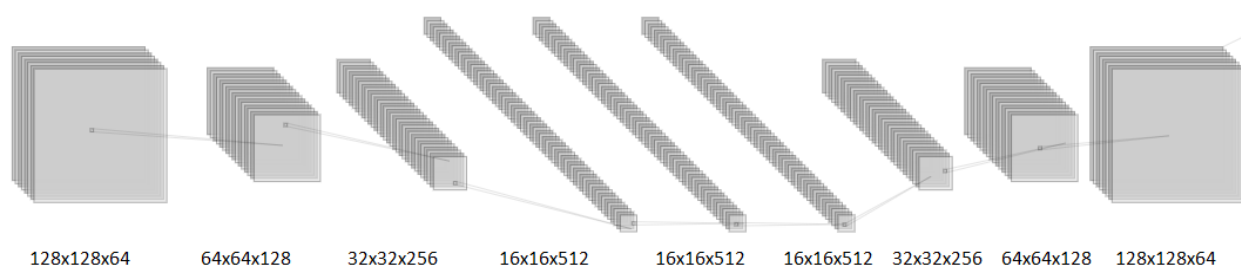


Рисунок 23. Исходная архитектура автоэнкодера

Тем не менее, дальнейшие эксперименты показали, что удаление по одной паре свёрточного и пулингового слоёв из энкодера и декодера позволяет ускорить процесс обучения и не влияет на итоговую ошибку.

Изменение размера пакета с 64 до 16 позволило добиться наилучшего из полученных результатов. Итоговая модель изображена на рисунке 24

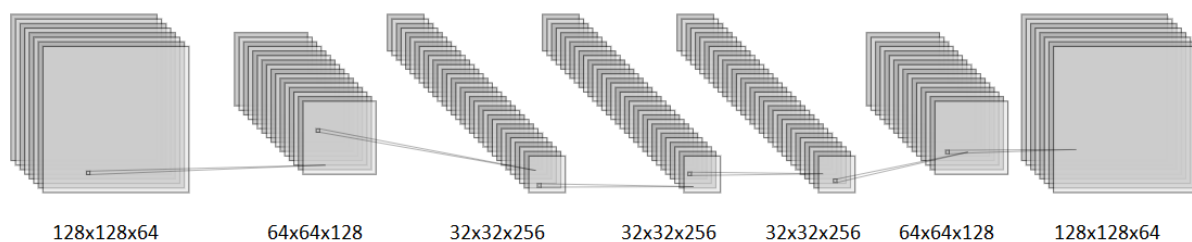


Рисунок 24. Итоговая архитектура автоэнкодера

4.3. Проведение вычислительного эксперимента

После выбора результирующей модели производилось отдельное обучение на выборке изображений с диагональным размытием и с гауссовым, по ходу обучения сохранялись веса при которых нейросеть демонстрировала минимальную ошибку на тестовой выборке.

В результате были получены две модели, которые показывают наименьшую ошибку при восстановлении изображений размытых диагональной и гауссовой матрицей. Исходные, искаженные и восстановленные изображения приведены на рисунках 25 и 26 для гауссова и диагонального размытия соответственно.

Далее эффективность восстановления изображения оценивалась с помощью ряда метрик, которыми определялось численное отличие искаженного изображения от исходного и восстановленного от исходного изображений. Результаты приведены в таблице 2.

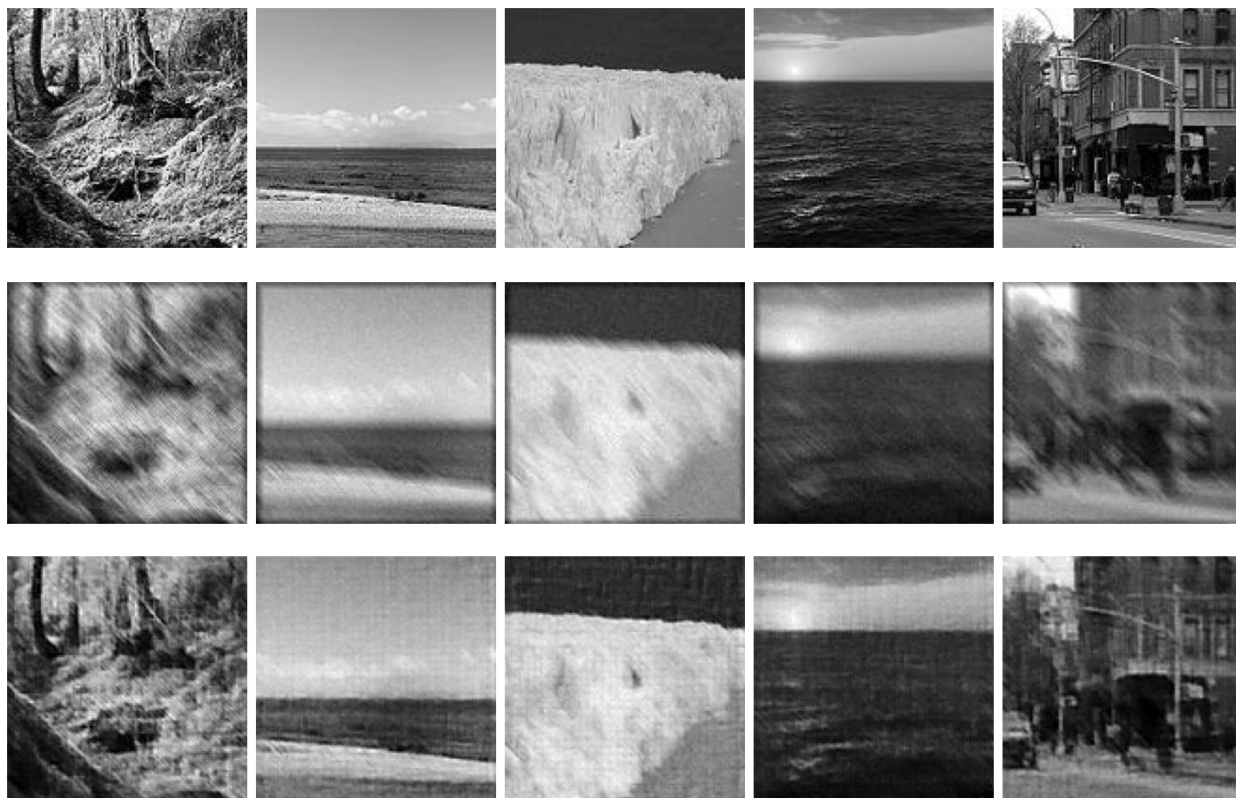


Рисунок 25. Исходные, размытые диагональной матрицей и восстановленные изображения



Рисунок 26. Исходные, размытые гауссовой матрицей и восстановленные изображения

Таблица 8. Средние значения метрик по тестовым изображениям

Изображение	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
Диагональное	0,1018	0,0189	0,3009	0,6111
Восстановленное	0,0891	0,0181	0,2934	0,3564
Гауссово	0,0807	0,0110	0,1862	0,5897
Восстановленное	0,0509	0,0059	0,1447	0,2664

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что модель успешно справляется с задачей повышения качества изображения. Все метрики показывают уменьшение различия между исходными и восстановленными изображением, по сравнению с аналогичными размытыми. Тем не менее присутствуют перспективы для доработки.

4.4. Сравнение полученных результатов

Для итогового сравнения были выбраны наилучшие результаты методов деконволюции по каждой метрике для обоих видов искажений. Им

противопоставлялись аналогичные результаты, полученные с применением нейросетевых технологий. Были получены таблицы 9 и 10.

Исходя из полученных результатов видно, что изображения, восстановленные с помощью нейронных сетей, по качеству и близости к оригинальным изображениям превосходят аналогичные, полученные с использованием методов деконволюции.

Таблица 9. Сравнение результатов методов деконволюции и нейросетей для гауссова искажения

Изображение	Метрика			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
Гауссово	0,0807	0,0110	0,1862	0,5897
Нейросеть	0,0509	0,0059	0,1447	0,2664
Деконволюция	0.0834	0.0121	0.1606	0.3366

Таблица 10. Сравнение результатов методов деконволюции и нейросетей для диагонального искажения

Изображение	Метрика			
	MAE	MSE	SSIM	Гистограммы
Диагональное	0,1018	0,0189	0,3009	0,6111
Нейросеть	0,0891	0,0181	0,2934	0,3564
Деконволюция	0.1041	0.0198	0.2757	0.3787

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Осуществляя любую научно-исследовательскую работу, необходимо провести ее экономическое обоснование.

Целью выпускной квалифицированной работы является реализация алгоритмов повышения качества изображений на основе нейросетей и методов деконволюции.

Целью экономического обоснования разработки является количественное и качественное доказательство экономической целесообразности усовершенствования программы, а также определение организационно-экономических условий ее эффективного функционирования.

Анализ конкурентных технических решений

Так как рынок – среда динамическая, для того, чтобы успешно противостоять соперникам необходимо Анализ конкурентных технических решений позволяет производить сравнения между конкурирующими разработками и определить тенденции для ее дальнейшего роста исходя из их сильных и слабых сторон.

В результате исследования рынка были выявлены 3 потенциально конкурирующих проекта.

- Akvis Refocus AI – A
- Adobe Photoshop – P
- Photo Doctor – D

Akvis Refocus AI – программа для исправления фокусировки фотографий, которая улучшает четкость и резкость снимков и устраняет проблемы размытия из-за движения камеры или объекта. С помощью программы также можно добавить художественные эффекты размытия и боке.

Adobe Photoshop – многофункциональный графический редактор, разрабатываемый и распространяемый компанией Adobe Systems. Продукт является лидером рынка в области коммерческих средств редактирования растровых изображений и наиболее известной программой разработчика. В

Photoshop предусмотрен интеллектуальный механизм автоматического уменьшения размытия изображения в результате движения камеры.

Photo Doctor – мобильное приложение повышения качества изображений путём устранения смазанности и расфокусировки. Так как мобильные устройства обладают меньшей вычислительной мощностью в сравнении с ПК, результат восстановления сильно зависит от правильности действий пользователя.

Таблица 11. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		A	P	D	K _A	K _P	K _D
1. Эффективность	0,17	5	5	3	0,85	0,85	0,51
2. Универсальность	0,15	3	3	4	0,45	0,45	0,6
3. Восстановление при наличии шума	0,14	2	2	2	0,28	0,28	0,28
4. Простота применения	0,13	5	4	2	0,65	0,52	0,26
5. Наличие дополнительного функционала	0,11	4	5	1	0,44	0,55	0,11
6. Цена	0,15	1	2	5	0,15	0,3	0,75
7. Популярность	0,07	4	5	2	0,28	0,35	0,14
8. Вычислительная затратность	0,08	3	2	5	0,24	0,16	0,4
Итого	1	27	25	22	3,34	3,46	3,05

Таким образом, из таблицы видно, что главным конкурентом для данного проекта является Adobe Photoshop, благодаря ряду преимуществ, таких как: эффективность, популярность, наличие дополнительного функционала. Тем не менее лишь немного обгоняет, второго фаворита – Akvis Refocus AI, так как имеет достаточно большую цену и является вычислительно затратной программой.

Photo Doctor несмотря на свою доступность и вычислительную дешевизну, требует от пользователя умения правильно оценить тип искажения и выбрать участок изображения, на котором оно наилучшим образом прослеживается. При неверном выборе одного из данных параметров

эффективность восстановления изображения резко падает, вплоть до отрицательной – изображение становится менее качественным, чем до обработки.

SWOT-анализ

Для компактного описания ситуации, в рамках которой предстоит разрабатывать и реализовывать конкретный проект можно использовать такой метод как SWOT-анализ.

SWOT анализ – это анализ сильных (Strengths) и слабых (Weakness) сторон проекта, а также возможностей (Opportunities) и угроз (Threats) внешней окружающей среды.

Внутренняя среда проекта включает работников, занятых в проекте, способ или технология осуществления проекта, имеющиеся материально-вещественные и информационные ресурсы.

Внешняя среда может быть определена как множество сил и субъектов, которые оказывают непосредственное или опосредованное влияние на проект.

По результатам SWOT-анализа можно будет ответить на вопрос, достаточно ли проекту внутренних сил и ресурсов, чтобы реализовать имеющиеся возможности и противостоять угрозам, какие преимущества проекта ключевым образом влияют на конкурентоспособность проекта, в каком направлении необходимо развиваться и какие недостатки требуют скорейшего решения.

В данном разделе в качестве проекта рассматривается разработка алгоритма повышения качества изображения с его потенциальным последующим внедрением в приложение.

Таблица 12. Матрица SWOT

Вне		Внутренние факторы
------------	--	---------------------------

		Сильные стороны проекта: <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность применения алгоритма при наличии зашумленности 2. Способность работы с различными видами искажений 3. Возможность применения нескольких различных алгоритмов и выбор наилучшего результата 4. Применение нейросетевых технологий, активно развивающихся последние годы 	Слабые стороны проекта: <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможно применение лишь к изображениям в оттенках серого 2. Необходима информация об искажающем воздействии 3. Узкая направленность потенциального приложения
	Возможности: <ol style="list-style-type: none"> 1. Появление более совершенных алгоритмов оптимизации весов нейронных сетей 2. Повышение заинтересованности инвесторов 3. Увеличение вычислительных мощностей ПЭВМ, а также их доступности 	<ul style="list-style-type: none"> ● Увеличение вычислительных мощностей позволит провести большее количество экспериментов по оптимизации гиперпараметров нейронной сети, что повысит качество восстановления изображений ● Появление более совершенных алгоритмов оптимизации создаёт возможность подбора более оптимальных значений весов имеющихся моделей 	<ul style="list-style-type: none"> ● Увеличение вычислительных мощностей позволит проводить эксперименты с изображениями в формате RGB ● При повышении заинтересованности инвесторов появляется возможность дополнения функционала потенциального приложения ● Увеличение вычислительных мощностей ПЭВМ позволит создать модель, не требующую информации об искажающем воздействии
	Угрозы: <ol style="list-style-type: none"> 1. Появление более совершенных технологий отличных от используемых 2. Появление конкурентов, потенциально применяющих более совершенный подход 3. Появление прогрессивных технологий при 	<ul style="list-style-type: none"> ● При появлении более совершенных алгоритмов, отличных от используемых, следует их внедрить в приложение, расширив возможности приложения ● Прогрессивные технологии, как правило, на начальном этапе весьма 	<ul style="list-style-type: none"> ● Следует улучшить технологию, и добавить возможность работы с цветными изображениями без необходимости в информации об искажающем воздействии ● Необходимо тщательное наблюдение за рынком

	конструкции оптических приборов.	дорогостоящие, а значит будет время для построение стратегии дальнейших действий	и статьями посвященными интересующей тематике
--	----------------------------------	--	---

В результате построения матрицы SWOT-анализа можно выявить не только сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта, но также проследить взаимосвязь между ними.

Таким образом, были определены основные пункты стратегии развития проекта:

- Следует улучшить технологию, и добавить возможность работы с цветными изображениями без необходимости в информации об искажающем воздействии;
- Желательно расширить функционал потенциального приложения для увеличения итогового количества потребителей;
- Необходимо периодически изучать литературу и статьи касательно достижений в области нейросетевых технологий, вычислительной техники, а также оптических приборов;

В рамках данного раздела был проведен SWOT-анализ проекта по созданию программы поиска потерявшихся в лесу людей, выявлены сильные, слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы. Выявлена взаимосвязь между ними, после чего определена стратегия развития проекта.

Организация и планирование ТП

Структура выполнения работы всеми участниками ТП

Планирование проекта направлено на разработку плана проекта, в котором определены все действия, необходимые для осуществления проекта.

План проекта необходим для координации деятельности всех участников проекта. Он описывает, что, кто, как и когда будет делать. Необходимо

определить действия, и ответственных за их выполнение. Для каждой операции необходимо определить ресурсы для их выполнения.

Планирование проекта включает выполнение ряда этапов.

Сначала нужно провести детальную декомпозицию проекта на базовые работы (этапы), определить их продолжительность, последовательность или параллельность выполнения, требуемые ресурсы.

Участники проекта:

1. Руководитель – 1 человек
2. Инженер – 1 человек

Таблица 13. Перечень этапов работ при проектировании

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Постановка целей и задач	Руководитель
	2	Составление и утверждение ТЗ (структура исследования, схемы модели)	Руководитель
Выбор направления исследований	3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель
Теоретические исследования	5	Выбор методов исследования	Руководитель
	6	Проведение исследования	Инженер
	7	Разработка математического аппарата	Инженер
	8	Выбор ПО для расчетов и моделирования	Инженер
	9	Компьютерная реализация алгоритмов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	10	Сравнительный анализ полученных моделей	Инженер
	11	Оценка адекватности полученных моделей	Руководитель
Оформление отчёта по НИР	12	Составление пояснительной записки по проекту	Инженер

Как видно из таблицы 5.3.1.1 проектирование электроснабжения предприятия подразделяется на 12 этапов. Большую часть работ выполняет инженер.

Продолжительность этапов работ

Для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ с помощью экспертных оценок были использованы следующие формулы:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}$$

где:

t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Длительность этапов в рабочих днях $T_{рд}$ вычислялась по формуле:

$$T_{рд} = t_{ож} * K_d$$

где:

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_d = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях $T_{кд}$ ведется по формуле:

$$T_{кд} = T_{рд} * T_k$$

где:

$T_{рд}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

T_k – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_k = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}}$$

где:

$T_{кал}$ – календарные дни ($T_{кал} = 365$);

$T_{вд}$ – выходные дни ($T_{вд} = 53$);

$T_{пд}$ – праздничные дни ($T_{пд} = 16$).













Все расчеты по трудозатратам представлены в таблице 2. В ней итоги продолжительности этапов работы в рабочих и календарных днях являются общими трудоемкостями для каждого из участников проекта. Результаты, представленные в таблицы, будут использоваться для дальнейших расчетов.

Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ позволяют построить линейный график осуществления проекта, приведенный в таблице 3.

Таблица 14. Трудозатраты на выполнение проекта

Этапы работы	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.	
	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	$T_{\text{рд}}$	$T_{\text{кд}}$
Постановка целей и задач	1	2	1,4	1,68	2,07
Составление и утверждение ТЗ (структура исследования, тип модели)	2	4	2,8	3,36	4,13
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	14,4	17,71
Календарное планирование работ	2	3	2,4	2,88	3,54
Выбор методов исследования	5	7	5,8	6,96	8,56
Проведение исследования	12	15	13,2	15,84	19,48
Разработка математического аппарата	5	7	5,8	6,96	8,56
Выбор ПО для расчетов и моделирования	1	2	1,4	1,68	2,07
Компьютерная реализация алгоритмов	8	12	9,6	11,52	14,17
Сравнительный анализ полученных моделей	2	4	2,8	3,36	4,13
Оценка адекватности полученных моделей	2	4	2,8	3,36	4,13
Составление пояснительной записки по проекту	10	15	12	14,4	17,71
Итого:			72	86,4	106,26

Таблица 15. Линейный график осуществления проекта

№	Вид работы	Исполнитель и	Тк (кал. дн.)	Продолжительность выполнения работ										
				Январь		Февраль			Апрель			Май		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Постановка целей и задач	Руководитель	2,07											
2	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	4,13											
3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	17,71											
4	Календарное планирование работ	Руководитель	3,54											
5	Выбор методов исследования	Руководитель	8,56											
6	Проведение исследования	Инженер	19,48											
7	Разработка математического аппарата	Инженер	8,56											
8	Выбор ПО для расчетов и моделирования	Инженер	2,07											
9	Компьютерная реализация алгоритмов	Инженер	14,17											
10	Сравнительный анализ полученных моделей	Инженер	4,13											
11	Оценка адекватности полученной модели	Руководитель	4,13											
12	Составление пояснительной записки по проекту	Инженер	17,71											

Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание исследования. Расчет сметной стоимости выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

Расчет затрат на материалы

В материальных затратах будут учтены только расходы на канцелярские принадлежности и картриджи для принтера, так как все необходимые для работы над проектом материалы имелись в распоряжении кафедры, на которой велась разработка. Материалы, необходимые для выполнения данной работы, и расчет материальных затрат представлены в таблице 4.

Таблица 16. Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	230	1 уп.	230
Ручка шариковая	50	2 шт.	100
Картридж для принтера	1000	1 шт.	1000
Тетрадь в клетку формата А4 48 л.	100	1 шт.	100
Итого:			1430

Пусть транспортно-заготовительные расходы (ТРЗ) составляют 10 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 1430 * 1,1 = 1573$ руб.

Расчет заработной платы

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Месячный оклад научного руководителя, занимающего должность доцента и имеющего степень кандидата технических наук, составляет 33664 руб./мес. Месячный оклад исполнителя, являющегося инженером-исследователем, составляет 9489 руб./мес.

Исходя из того, что в месяце в среднем 25,083 рабочих дня при пятидневной рабочей неделе среднедневная тарифная заработная плата (ЗП_{дн-т}) рассчитывается по формуле:

$$\text{ЗП}_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 25,083$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Для учета в составе таблицы 5 премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ГР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,118$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,118 * 1,3 = 1,699$. Для пятидневной недели – 1,62.

Таблица 17. Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	33 664	1342,1	23	1,699	51145,51
И	9489	378,3	84	1,62	51374,88
Итого:					102520,39

Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30% от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц}} = C_{\text{зп}} * 0,3 = 102520,39 * 0,3 = 30756,12 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию при работе оборудования (компьютера и принтера). Затраты на электроэнергию при работе оборудования $C_{\text{эл.об.}}$ рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} * C_{\text{э}} * t_{\text{об}}$$

где:

$P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Мощность $P_{\text{об}}$, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} * K_{\text{с}}$$

где:

$P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент загрузки (для технологического оборудования малой мощности $K_{\text{с}} = 1$).

Номинальная мощность персонального компьютера составляет 0,3 кВт, принтера – 0,1 кВт. Для ТПУ с учетом налога на добавленную стоимость (НДС) $C_{\text{э}} = 6,59 \text{ руб./кВт·час}$.

Время работы оборудования $t_{\text{об}}$ для исполнителя вычисляется на основе данных таблицы трудозатрат:

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рД}} * K_{\text{т}}$$

где:

$K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к ТРД.

Из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов, а работа выполнялась 87 рабочих дней, получим, что общее время выполнения проекта составляет 696 часов.

Так как работа на компьютере проводилась по 7 часов в день из 8, то $K_t = 0,88$. Тогда из 696 часов, потраченных исполнителем на осуществление проекта, 612,48 часов были проведены за компьютером. Принтер использовался примерно в течении 8 часов. Затраты на электроэнергию при работе оборудования сведены в таблицу 6.

Таблица 18. Затраты на электроэнергию технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $Э_{об}$, руб.
Персональный компьютер	612,48	0,3	1210,87
Лазерный принтер	8	0,1	5,27
Итого:			1216,14

Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Амортизационные отчисления рассчитываются по времени использования компьютера по формуле:

$$C_{ам} = N_A * C_{об} * t_{рф} * n / F_d$$

где:

N_A – годовая норма амортизации;

$C_{об}$ – цена оборудования;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени;

$t_{рф}$ – время работы вычислительной техники;

n – число задействованных единиц оборудования, $n = 1$.

Годовая амортизация H_A определяется как величина, обратная сроку амортизации оборудования C_A . Срок амортизации оборудования определяется согласно постановлению правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Для компьютера примем $C_A = 3$ года, тогда $H_A = 0,33$. Для принтера примем $C_A = 2$ года, тогда $H_A = 0,5$.

F_d – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. $F_d = 303 * 8 = 2424$ часа;

Расчет затрат на амортизационные отчисления представлен в таблице 7.

Таблица 19. Затраты на амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Норма амортизации и оборудования H_A	Стоимость оборудования Цоб, руб.	Фактич. время работы оборудования $t_{рф}$, ч.	Действ. годово й фонд раб. Времени F_d , ч.	Амортиза ц. отчислен ия $C_{ам}$, руб.
Персональный компьютер	0,33	50000	612,48	2424	4169,11
Лазерный принтер	0,5	8000	8	2424	13,20
Итого:					4182,31

Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч}} = 0,1 * (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}})$$

$$C_{\text{проч}} = 0,1 * (1573 + 102520,39 + 30756,12 + 1216,14 + 4182,31) = 14024,8$$

руб

Расчет общей себестоимости исследования

Общая стоимость проведения исследования определяется путем суммирования затрат по всем статьям и представлена в таблице 8. Расчеты расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных документов отсутствуют.

Таблица 20. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	1573
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	102520,39
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	30756,12
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	1216,14
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4182,31
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	14010,5
Итого:		154272,8

Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 30854,55 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на исследование и прибыли. В нашем случае это $(154272,8 + 30854,55) * 0,2 = 37025,46$ руб.

Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$\text{Ц}_{\text{НИР(КР)}} = 154272,8 + 30854,55 + 37025,46 = 222152,8 \text{ руб.}$$

Выводы по разделу

Проведено комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Составлен перечень проводимых работ, их исполнителей и продолжительность выполнения этапов работ, составлен линейный график. Рассчитана смета затрат на выполнение проекта, проведен расчет себестоимости и прибыли проекта.

6. Социальная ответственность

В ходе работы демонстрируется применение нейросетевых технологий и методов деконволюции для повышения качества изображений, а также их сравнительный анализ на основе различных метрик.

Область применения данных подходов достаточно широка и может применяться почти в любой сфере, где так или иначе производится работа с изображениями: от микробиологии до астрономии. Таким образом, потенциальным пользователем разрабатываемого решения может выступать любой пользователь ПЭВМ и устройства оснащенного камерой, производящий запись фото- или видеофайлов.

Проблемы повышения качества изображений возникли с изобретением первых фотоаппаратов и сохраняют свою актуальность в наше время. Тем не менее, возможность применения математического аппарата в данной сфере появилась лишь с изобретением первых цифровых камер.

В качестве места выполнения работы выступает комната в общежитии №14 ТПУ. Используемым при этом оборудованием является персональный компьютер.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

В соответствии с трудовым законодательством РФ рабочее время - время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с трудовым кодексом РФ [9], другими федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации относятся к рабочему времени.

Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю и при пятидневном графике работы составляет 8 часов в сутки.

Продолжительность непрерывной работы с ПЭВМ не должна превышать 2 часов.

Для обеспечения оптимальной работоспособности на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый при 8-часовой рабочей смене.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 [5] конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы. Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля.

Конструкцией производственного оборудования и рабочего места должно быть обеспечено оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием:

1. высоты рабочей поверхности;
2. сиденья;
3. пространства для ног.

либо, при нерегулируемой высоте рабочей поверхности, регулированием:

1. высоты сиденья;
2. подставки для ног.

Элементы рабочего места: клавиатура, мышь, монитор должны быть установлены таким образом, чтобы экран видеомонитора находился от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм.

Производственная безопасность.

В ходе разработки алгоритмов повышения качества изображений на основе нейросетей и методов деконволюции могут возникать различные вредные и опасные факторы в связи с работой на ПЭВМ.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [1] «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» был выделен перечень опасных и вредных факторов характерных для данного вида работ, представленный в таблице 1.

Таблица 21. Перечень опасных и вредных производственных факторов.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ	Нормативные документы
	Исследование	
1. Статические физические перегрузки	+	РД 153-34.0-03.298-2001. Типовая инструкция по охране труда для пользователей ПЭВМ в электроэнергетике [2]
2. Нервно-психические перегрузки	+	ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [1]
3. Перегрузка зрительного аппарата	+	ТОИ Р-45-048-97. Типовая инструкция по охране труда при работе на ПЭВМ [3]
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение [6]
5. Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	ГОСТ Р 54148-2010. Воздействие на человека электромагнитных полей бытовых и аналоговых электрических приборов [10]
6. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность [7]

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

Статические физические перегрузки

Работа за ПЭВМ вынуждает человека принимать неподвижную сидячую позу в течении длительного времени, что со временем вызывает статическое напряжение мышц шейно-плечевой области и спины. Нерациональный график работы и перерывов может привести к серьёзным проблемам со здоровьем.

Неоптимальная организация рабочего места также в значительной степени усиливает напряжение мышц позвоночника, ног, рук, шеи, глаз. Так например чрезмерно низкая высота кресла относительно рабочей поверхности вынуждает держать руки навесу, что влечёт за собой статические перегрузки мышц рук и плеч, в то время как низкая высота рабочей поверхности относительно кресла ведёт к тому, что работник наклоняется в сторону ПЭВМ, нагружая при этом мышцы шеи и спины.

Образующиеся вследствие чрезмерные статические перегрузки вызывают понижение работоспособности, а также физические недомогания: сонливость, мышечные боли, онемение конечностей.

Согласно РД 153-34.0-03.298-2001 [2] не рекомендуется работать на ПК более 2 часов подряд без перерывов.

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 [5] при компоновке рабочей зоны допускается проектировать и изготавливать оборудование с нерегулируемыми параметрами, в случае, когда невозможно осуществить регулирование высоты и угла наклона подставки для ног, высоты и размеров рабочей поверхности. В таком случае высота рабочей поверхности должна быть не менее 725 мм, а высота кресла регулируется исходя их роста работника.

Нервно-психические перегрузки

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [1] нервно-психические перегрузки подразделяют на:

- умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой;

- перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой;

- монотонность труда, вызывающая монотонию;

- эмоциональные перегрузки.

Исходя из данной классификации можно выделить следующие источники:

- Источники, вызывающие статические физические перегрузки, приводящие к общему ухудшению состояния и возникновению утомленности;

- Длительный зрительный обзор монитора, нагружающий глаза, приводящий к появлению головных болей и сухости глаз;

- Длительная непрерывная мозговая деятельность при большом объёме перерабатываемой и усваиваемой информации приводит к умственному перенапряжению, что влечёт за собой головные боли, понижение внимательности, продуктивности и работоспособности.

Согласно РД 153-34.0-03.298-2001 [2] для обеспечения оптимальной работоспособности на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый при 8-часовой рабочей смене. При 12-часовой смене перерывы в первые 8 часов такие же, как и при 8-часовой смене; в течение последних 4 часов – каждый час по 15 минут.

Перегрузка зрительного аппарата

Работа с ПЭВМ подразумевает повышенные зрительные нагрузки (наблюдение за монитором и клавиатурой) и адинамию глазных мышц, т.е. их малую подвижность при высоком статическом зрительном напряжении в течение длительного времени, что может стать причиной различных глазных заболеваний, особенно таких, как спазм аккомодации (потеря возможности мышц сокращаться), снижение остроты зрения, уменьшение запаса относительной аккомодации, а затем и близорукость.

Пагубное влияние усугубляется в случае, если экран монитора находится на неоптимальном расстоянии. Рекомендуемыми значениями дистанции от глаз пользователя ПК до монитора является 600-700 мм, но не ближе 500 мм.

Аналогично предыдущим факторам, не рекомендуется работать на ПЭВМ более 2 часов подряд без перерывов

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Источники света в помещении подразделяются на:

- Естественные – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях, а также через световоды.
- Искусственное – освещение от неестественных источников, таких как: огонь, газовые установки, электрические лампы и светильники, прожектора и прочее

При длительной работе в помещениях с ненормированными показателями световой среды (недостаточная освещённость, неравномерная и прочее) зрительное восприятие снижается, развивается близорукость, болезнь глаз, появляются головные боли.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк. Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м, защитный угол светильников должен быть не менее 40°.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

Негативное влияние ЭМП может привести к торможению рефлексов, понижению кровяного давления и частоты сердечных сокращений, изменению состава крови. Такие органы как мозг, глаза, почки и ткани человека, которые обладают слабо выраженной терморегуляцией, более чувствительны к облучению. Перегревание тканей и органов ведет к их заболеваниям.

В соответствии с ГОСТ Р 54148-2010[10]:

1. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 500 мм вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5-2000 Гц – 25 В/м;
- в диапазоне частот 2-400 кГц - 2,5 В/м.

2. Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5-2000 Гц - 250нТл;
- в диапазоне частот 2-400 кГц - 25нТл.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

При работе с любым электроприбором, в случае несоблюдения техники безопасности, при должной невнимательности, а также при работе с неисправным прибором существует риск поражения электрическим током вследствие замыкания цепи через тело человека.

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и заболеваний, включая профессиональные и производственно-обусловленные заболевания.

Степень опасного воздействия на человека электрического тока и электрической дуги зависит от величины напряжения прикосновения, электрического сопротивления тела человека, силы тока, протекающей через него, а также величины падающей энергии электрической дуги;

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.

Таблица 22. Допустимые значения напряжения прикосновения и тока, протекающих через тело человека при нормальном режиме электроустановки

Род тока	U, В	I, мА
----------	------	-------

	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Для обеспечения защиты от прямого прикосновения необходимо применять следующие технические способы и средства:

- основная изоляция;
- безопасное расположение токоведущих частей, размещение их вне зоны досягаемости частями тела, конечностями;
- защитное отключение;
- электрозащитные средства и другие средства индивидуальной защиты.

Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

Различные неблагоприятные факторы присутствуют почти во всех аспектах нашей жизни. Полностью устранить их влияние на человека весьма нетривиальная задача, тем не менее, в случае, когда это возможно, следует предпринимать меры по минимизации данного воздействия.

Исходя из выявленного перечня вредных и опасных факторов предлагаются следующие мероприятия по защите работника:

1. Для понижения воздействия статических и нервно-психических нагрузок, а также нагрузок на зрительный аппарат, необходимо делать перерывы не реже чем раз в 2 часа с применением различных физических упражнений, а также упражнений для глаз.
2. Также для уменьшения нервно-психических перегрузок рекомендуется периодически менять вид работы, например чередовать ввод данных и редактирование, считывание информации и ее осмысление.

3. Для понижения нагрузки на зрительный аппарат, а для уменьшения влияния ЭМП на организм, рекомендуется поддерживать расстояние между работником и ПЭВМ не менее 500 мм.

4. Ввиду изменения степени естественной освещенности в течение дня, в качестве местного освещения в темное время суток рекомендуется дополнительно использовать светильники для поддержания постоянного уровня освещенности.

5. Для понижения вероятности замыкания цепи через тело человека необходимо сохранять бдительность и предпринимать попытки по устранению любых замеченных неисправностей или повреждениях токоведущих частей и/или их изоляции самостоятельно или обратившись к специалисту.

Экологическая безопасность.

Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду.

В наше время всё больше привлекает внимание вопрос загрязнения окружающей среды и принимает значение всемирной проблемы. Наиболее продуктивным и актуальным способом охраны окружающей среды является сокращение вредных выбросов путём применения технологии вторичной переработки, а также перехода к малоотходным способам производства.

Несмотря на это, такой объект исследования, как алгоритмы повышения качества изображений на основе нейросетей и методов деконволюции не вредит окружающей среде ни на одном из этапов своего жизненного цикла.

Тем не менее, сам процесс исследования и разработки подразумевает использование различных инструментов и средств, несущих потенциальную опасность для окружающей среды.

Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.

Наиболее опасными из эксплуатируемых средств в процессе исследования выступают пластиковые ручки, люминисцентные лампочки и сама ПЭВМ, содержащие в своём составе различные токсичные и опасные вещества, а также материалы имеющие огромные сроки разложения. Тем не менее основное вредное воздействие от данных инструментов достигается не в

самом процессе исследования, а лишь при условии применения несоответствующих методов утилизации отходов.

Таким образом, наиболее вероятный ущерб, возникающий в результате процесса исследования будет нанесён литосфере, исходя из чего возникает вопрос об её защите и минимизации опасных факторов.

Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

Исходя из приведённых доводов, наиболее эффективными мероприятиями по защите окружающей среды от потенциального ущерба выступают разделение отходов и направление на утилизацию.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

Объект исследования, как алгоритмы повышения качества изображений на основе нейросетей и методов деконволюции не способен вызвать ЧС, так как является лишь математической абстракцией.

Тем не менее, в ходе исследования применяются различные электроприборы (светильник, ПЭВМ), использование которых повышает шанс возникновения ЧС.

Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

Наиболее вероятной и характерной чрезвычайной ситуацией в случае работы с ПЭВМ и иным электрооборудованием является пожар, который может возникнуть по причине:

- возникновения короткого замыкания в электропроводке;
- возгорания ПК и другого электрооборудования ввиду неисправности, чрезмерной нагрузки, а также перепадов напряжения в сети;

Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Каждый работник при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) обязан:

- немедленно сообщить об этом по телефону в пожарную охрану (при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию);
- в случае если пожарная сигнализация не сработала, то необходимо самостоятельно произвести активацию.

По возможности:

- принять меры по эвакуации людей;
- отключить подачу электроэнергии, а также перекрыть доступ кислорода в помещение с очагом воспламенения;
- используя средства первичного пожаротушения предпринять попытку к локализации и устранению огня.

Выводы и рекомендации

Анализ условий труда, а также организационных и правовых вопросов показал их соответствие предъявляемым нормам трудового законодательства.

В ходе последующего исследования неблагоприятного воздействия ЭВМ на организм человека был выделен ряд вредных и опасных факторов: статические физические перегрузки, нервно-психические перегрузки, перегрузка зрительного аппарата, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. Было выявлено, что, в случае соблюдения техники безопасности, а также предложенных рекомендаций, воздействие неблагоприятных факторов сводится к минимуму и не оказывает существенного вреда здоровью.

Анализ влияния на окружающую среду показал, что не смотря на отсутствие непосредственного воздействия объекта исследования, процесс

исследования подразумевает использование материалов и веществ, которые могут нанести вред окружающей среде, при неверно выбранной стратегии утилизации. Были выдвинуты рекомендации по устранению поставленных проблем.

Итоговое изучение вероятных ЧС, которые могут возникнуть вследствие выполнения данной работы показало присутствие риска возникновения пожара, по причине использования электроприборов. В результате была предложен алгоритм действий при возникновении подобной ЧС.

Заключение

В ходе работы проведено исследование методов деконволюции, а также нейронных сетей для повышения качества изображений в условиях зашумленности. В результате применения данных моделей были получены изображения, которые сравнивались с оригинальными с использованием различных метрик. Таким образом производился сравнительный анализ, а также выбор лидирующих методов в плане эффективности повышения качества изображений.

Было выявлено, что среди методов деконволюции лидирующим является алгоритм Люси-Ричардсона, который тем не менее демонстрирует низкую точность при подборе параметра с использованием метрики сходства гистограмм распределения. Однако, с данной метрикой фильтр Винера показывают высокую эффективность повышения качества. В среднем, регуляризация по Тихонову имела наихудший результат из имеющихся методов деконволюции.

Решая задачу повышения качества изображения с помощью нейронных сетей, был сделан выбор в пользу свёрточных нейронных, так как они лучше остальных справляются с задачами обработки изображений. В качестве архитектуры был взят автокодировщик, гиперпараметры которого оптимизировались для минимизации среднеквадратической ошибки восстановленного изображения и исходного.

После определения архитектуры и оптимизации гиперпараметров нейронной сети, наилучшие результаты методов деконволюции сравнивались с аналогичными у нейронной сети. Почти все значения метрик нейронной сети были меньше, чем аналогичные у методов деконволюции, что говорит о том, что нейронная сеть эффективнее справилась с задачей повышения качества изображений.

Список источников

1. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 04.06.2021).
2. РД 153-34.0-03.298-2001. Типовая инструкция по охране труда для пользователей персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) в электроэнергетике [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200031404> (дата обращения 05.06.2021).
3. ТОИ Р-45-048-97. Типовая инструкция по охране труда при работе на персональных электронно-вычислительных машинах [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200037045> (дата обращения 05.06.2021).
4. ГОСТ 12.2.061-81. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200228> (дата обращения 05.06.2021).
5. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 06.06.2021).
6. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 06.06.2021).

7. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения 06.06.2021).

8. ГОСТ 12.1.006-84. Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения 06.06.2021).

9. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.01.2021) // Собрание законодательства РФ. - 07.01.2002. - № 1 (ч. 1). - Ст. 91, 94, 100, 108, 109.

10. ГОСТ Р 54148-2010. Воздействие на человека электромагнитных полей бытовых и аналоговых электрических приборов [Электронный ресурс]. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083206> (дата обращения 06.06.2021).

11. Generalized iterative deconvolution for receiver function estimation [Электронный ресурс] // Oxford Academic Journals: сайт. – URL: <https://academic.oup.com/gji/article/204/2/1086/595353#9743728> (дата обращения: 25.02.2021)

12. Image deconvolution using Tikhonov regularization [Электронный ресурс] // Nouvelles de Hugues Talbot: сайт. – URL: <http://news.zahlt.info/en/optimization/image-deconvolution-using-tikhonov-regularization/> (дата обращения: 08.03.2021)

13. Tikhonov regularization in the context of deconvolution – URL: <https://stats.stackexchange.com/questions/205891/tikhonov-regularization-in-the-context-of-deconvolution> (дата обращения: 15.03.2021)

14. Алгоритм повышения качества смазанных снимков [Электронный ресурс] // MachineLearning: сайт. – URL:

http://www.machinelearning.ru/wiki/images/8/8f/BayesML10_Tikhonov_presentation.pdf (дата обращения: 16.03.2021)

15. Восстановление расфокусированных и смазанных изображений [Электронный ресурс] // Хабр: сайт. – URL: <https://habr.com/ru/post/136853/> (дата обращения: 10.04.2021)

16. Автоэнкодеры: типы архитектур и применение [Электронный ресурс] // NeuroHive: сайт. – URL: <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/avtojenkoder-tipy-arhitektur-i-primenenie/> (дата обращения: 03.05.2021)

17. Deep inside: Autoencoders [Электронный ресурс] // Towards Data Science: сайт. – URL: <https://towardsdatascience.com/deep-inside-autoencoders-7e41f319999f> (дата обращения: 10.05.2021)

18. Building Autoencoders in Keras [Электронный ресурс] // The Keras Blog: сайт. – URL: <https://blog.keras.io/building-autoencoders-in-keras.html> (дата обращения: 15.12.2021)

19. G. E. Hinton, R. R. Salakhutdinov. Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks // Science. — 2006. — Vol. 313, iss. 5786. — стр. 504–507

Приложение А

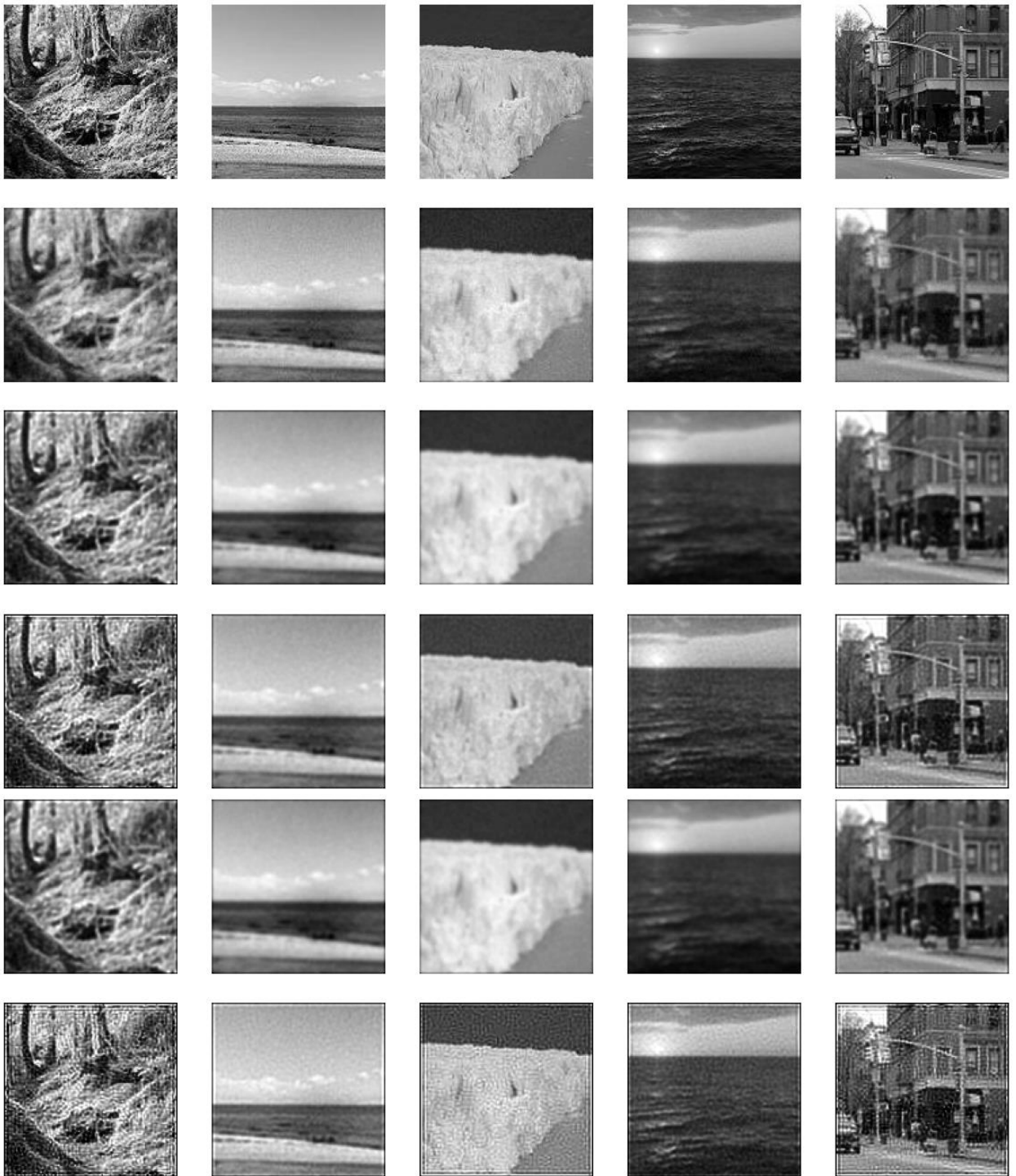


Рисунок 1. Применение алгоритма Ричардсона-Люси к изображениям искаженным гауссовым ядром свёртки (1 – исходные изображения, 2 – искаженные изображения, 3 – оптимизация метрикой MAE, 4 – оптимизация метрикой MSE, 5 – оптимизация метрикой SSIM, 6 – оптимизация метрикой различий гистограмм распределения)

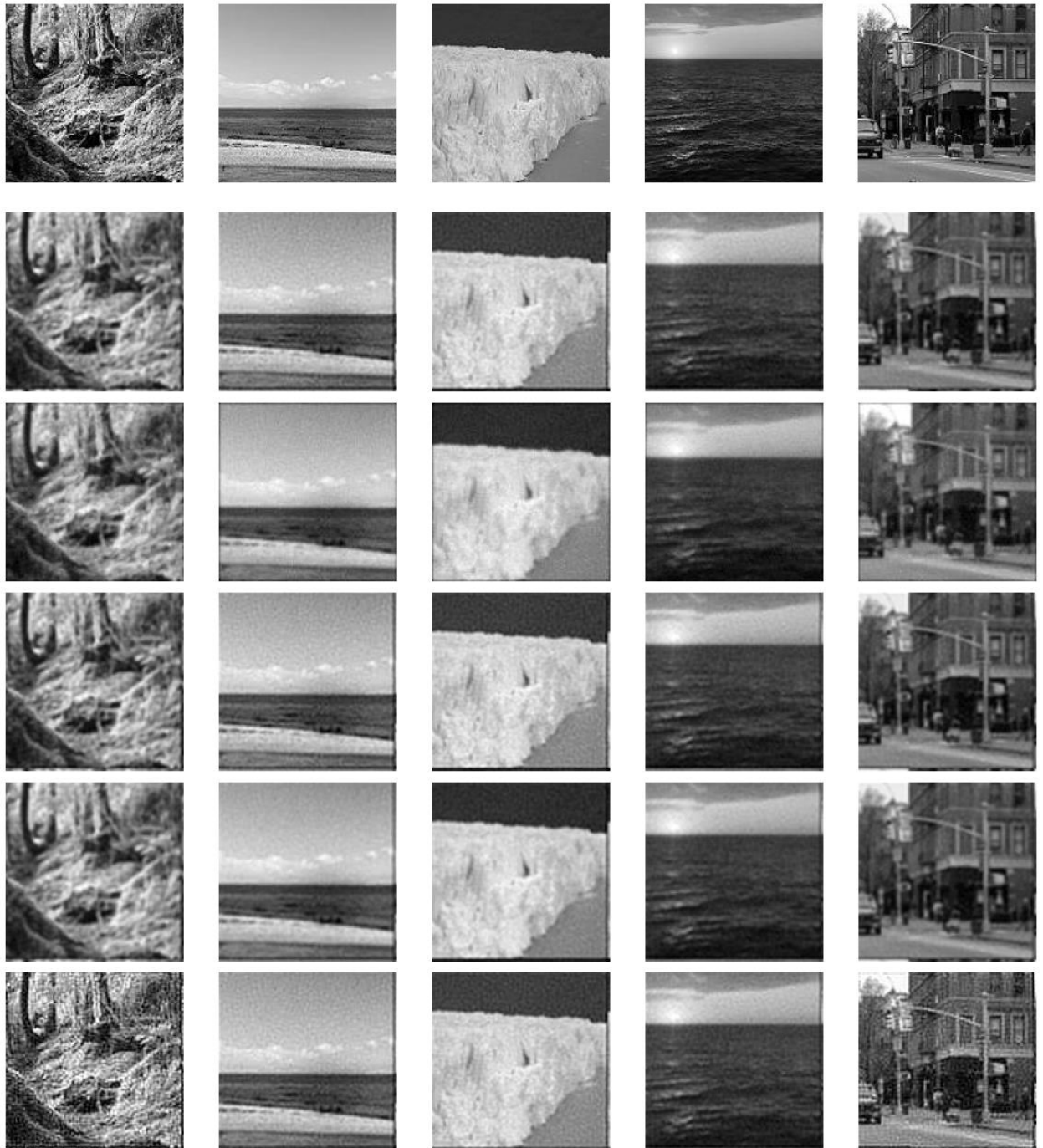


Рисунок 2. Применение фильтра Винера к изображениям искаженным гауссовым ядром свёртки (1 – исходные изображения, 2 – искаженные изображения, 3 – оптимизация метрикой MAE, 4 – оптимизация метрикой MSE, 5 – оптимизация метрикой SSIM, 6 – оптимизация метрикой различий гистограмм распределения)

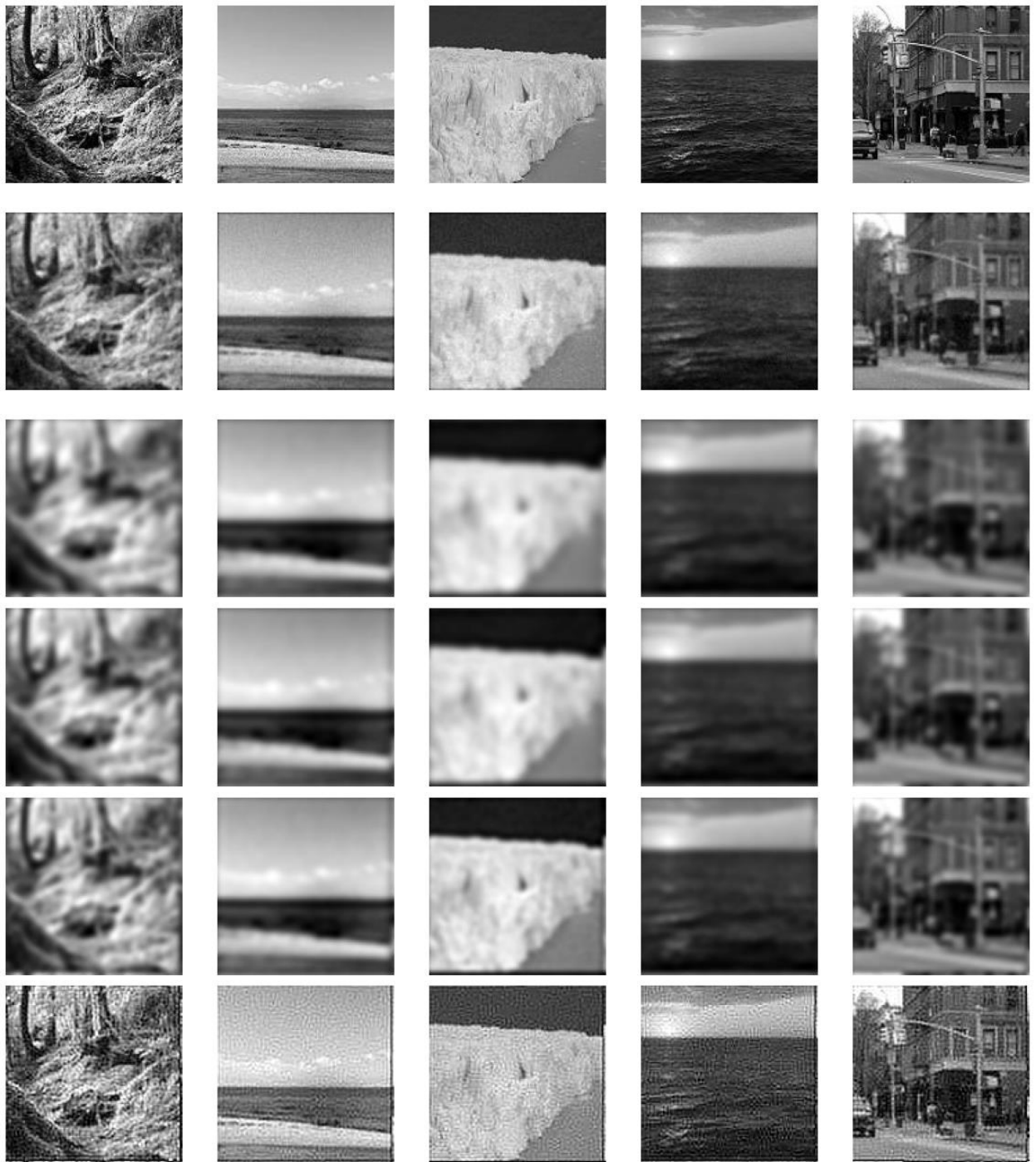


Рисунок 3. Применение регуляризации по Тихонову к изображениям искаженным гауссовым ядром свёртки (1 – исходные изображения, 2 – искаженные изображения, 3 – оптимизация метрикой MAE, 4 – оптимизация метрикой MSE, 5 – оптимизация метрикой SSIM, 6 – оптимизация метрикой различий гистограмм распределения)

Приложение Б

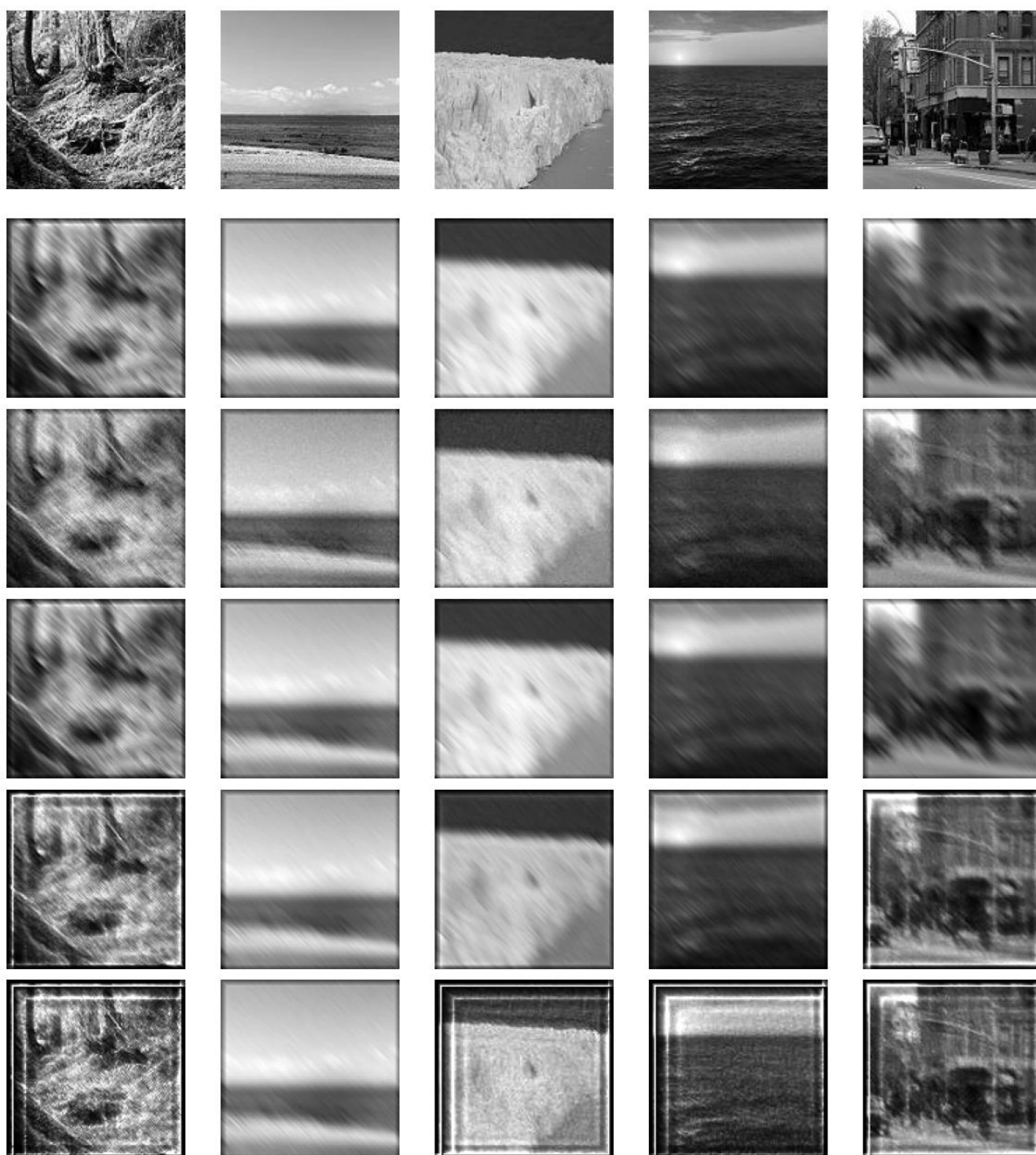


Рисунок 1. Применение алгоритма Ричардсона-Люси к изображениям искаженным диагональным ядром свёртки (1 – исходные изображения, 2 – искаженные изображения, 3 – оптимизация метрикой MAE, 4 – оптимизация метрикой MSE, 5 – оптимизация метрикой SSIM, 6 – оптимизация метрикой различий гистограмм распределения)

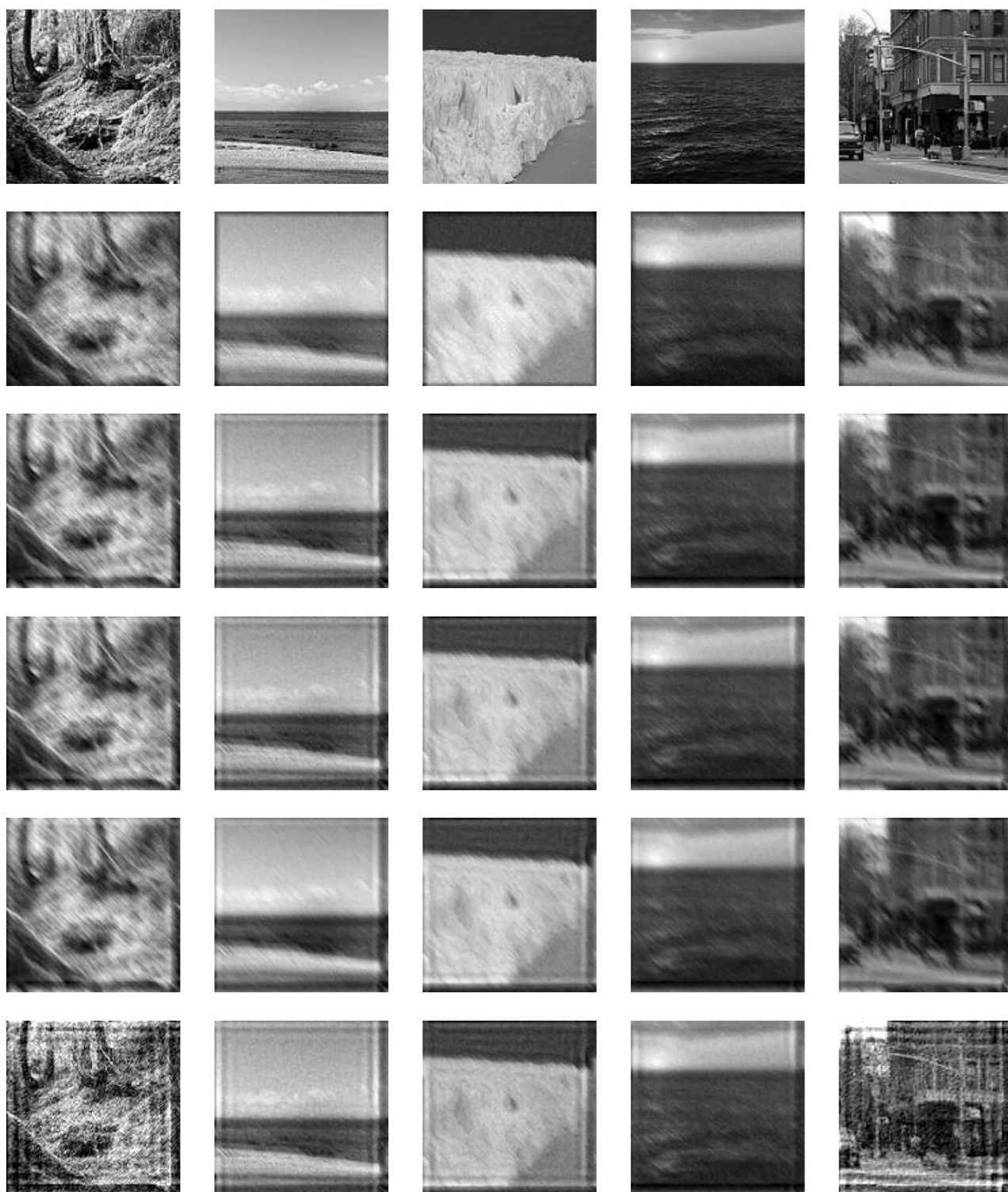


Рисунок 2. Применение фильтра Винера к изображениям искаженным диагональным ядром свёртки (1 – исходные изображения, 2 – искаженные изображения, 3 – оптимизация метрикой MAE, 4 – оптимизация метрикой MSE, 5 – оптимизация метрикой SSIM, 6 – оптимизация метрикой различий гистограмм распределения)

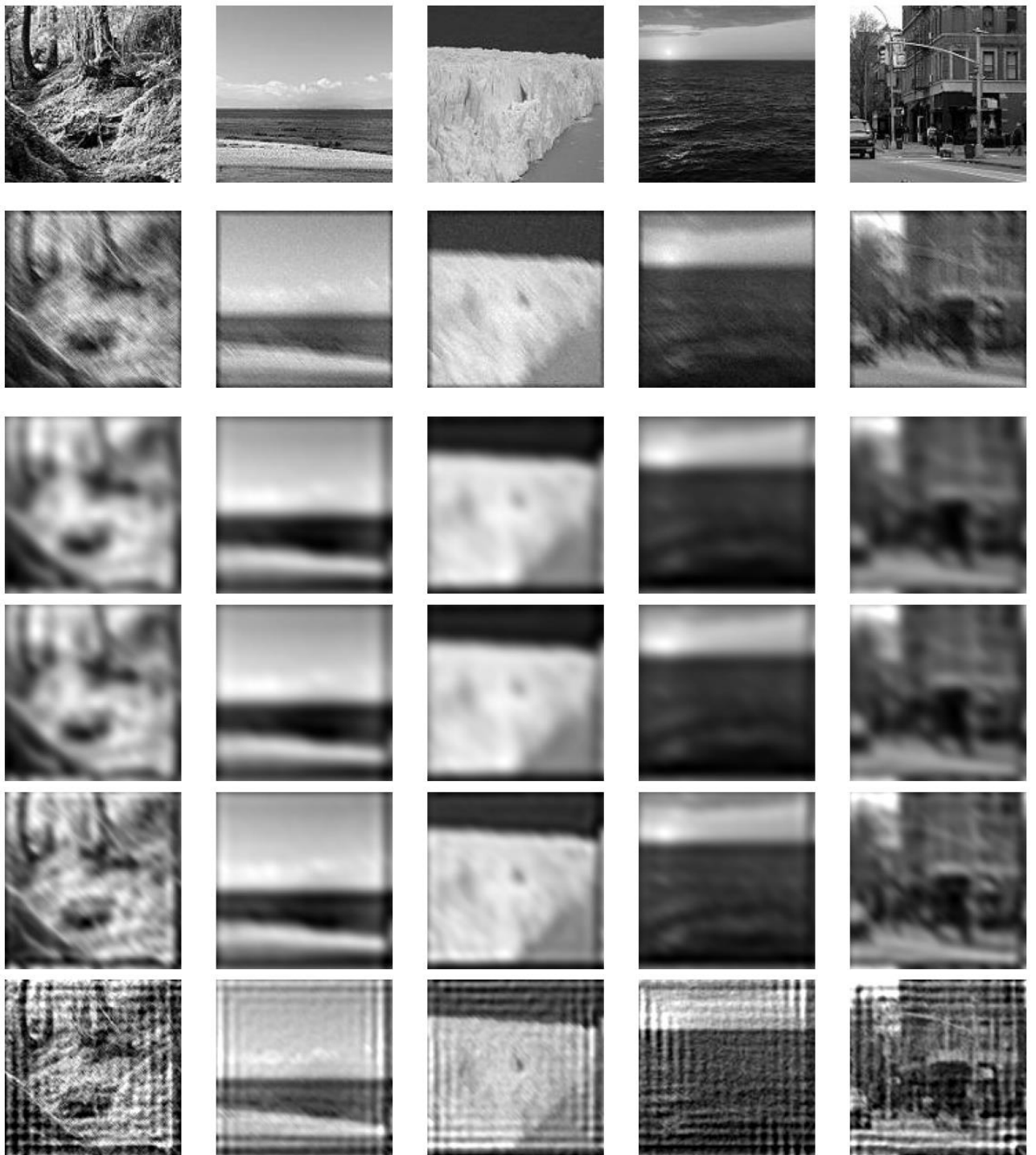


Рисунок 3. Применение регуляризации по Тихонову к изображениям искаженным диагональным ядром свёртки (1 – исходные изображения, 2 – искаженные изображения, 3 – оптимизация метрикой MAE, 4 – оптимизация метрикой MSE, 5 – оптимизация метрикой SSIM, 6 – оптимизация метрикой различий гистограмм распределения)